

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 26 OCT 2004

WIPO

PCT

EPO4/11550

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

### PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Aktenzeichen: 103 49 587.8

Anmeldetag: 24. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: Merck Patent GmbH,  
64293 Darmstadt/DE

Bezeichnung: Benzimidazolylderivate

IPC: C 07 D, A 61 K, A 61 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. Juli 2004

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Letang

BEST AVAILABLE COPY

**Merck Patent Gesellschaft  
mit beschränkter Haftung**

**64271 Darmstadt**

**Benzimidazolylderivate**

## Benzimidazolylderivate

### Hintergrund der Erfindung

5 Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, neue Verbindungen mit wertvollen Eigenschaften aufzufinden, insbesondere solche, die zur Herstellung von Arzneimitteln verwendet werden können.

10 Die vorliegende Erfindung betrifft Verbindungen, bei denen die Hemmung, Regulierung und/oder Modulation der Signaltransduktion von Kinasen, insbesondere der Tyrosinkinasen und/oder Raf-Kinasen eine Rolle spielt, ferner pharmazeutische Zusammensetzungen, die diese Verbindungen enthalten, sowie die Verwendung der Verbindungen zur Behandlung kinasebedingter Krankheiten.

15 Im einzelnen betrifft die vorliegende Erfindung Verbindungen, die die Signaltransduktion der Tyrosinkinasen hemmen, regulieren und/oder modulieren, Zusammensetzungen, die diese Verbindungen enthalten, sowie Verfahren zu ihrer Verwendung zur Behandlung von tyrosinkinasebedingten Krankheiten und Leiden wie Angiogenese, Krebs, Tumorwachstum, Arteriosklerose, altersbedingte Makula-Degeneration, diabetische Retinopathie, Entzündungserkrankungen und dergleichen bei Säugetieren.

20 Bei den Tyrosinkinasen handelt es sich um eine Klasse von Enzymen, die die Übertragung des endständigen Phosphats des Adenosintriphosphats auf Tyrosinreste bei Proteinsubstraten katalysieren. Man nimmt an, dass den Tyrosinkinasen bei verschiedenen Zellfunktionen über die Substratphosphorylierung eine wesentliche Rolle bei der Signaltransduktion zukommt. Obwohl die genauen Mechanismen der Signaltransduktion noch 25 unklar sind, wurde gezeigt, dass die Tyrosinkinasen wichtige Faktoren bei

der Zellproliferation, der Karzinogenese und der Zelldifferenzierung darstellen.

Die Tyrosinkinasen lassen sich in Rezeptor-Tyrosinkinasen und zytosolische Tyrosinkinasen einteilen. Die Rezeptor-Tyrosinkinasen weisen einen extrazellulären Teil, einen Transmembranteil und einen intrazellulären Teil auf, während die zytosolischen Tyrosinkinasen ausschließlich intrazellulär vorliegen.

Die Rezeptor-Tyrosinkinasen bestehen aus einer Vielzahl von Transmembranrezeptoren mit unterschiedlicher biologischer Wirksamkeit. So wurden ungefähr 20 verschiedene Unterfamilien von Rezeptor-Tyrosinkinasen identifiziert. Eine Tyrosinkinase-Unterfamilie, die die Bezeichnung HER-Unterfamilie trägt, besteht aus EGFR, HER2, HER3 und HER4. Zu den Liganden dieser Rezeptor-Unterfamilie zählen der Epithel-Wachstumsfaktor, TGF- $\alpha$ , Amphiregulin, HB-EGF, Betacellulin und Heregulin. Die Insulin-Unterfamilie, zu der INS-R, IGF-IR und IR-R zählen, stellt eine weitere Unterfamilie dieser Rezeptor-Tyrosinkinasen dar. Die PDGF-Unterfamilie beinhaltet den PDGF- $\alpha$ - und - $\beta$ -Rezeptor, CSF1R, c-kit und FLK-II. Außerdem gibt es die FLK-Familie, die aus dem Kinaseinsertdomänenrezeptor (KDR), der fötalen Leberkinase-1 (FLK-1), der fötalen Leberkinase-4 (FLK-4) und der fms-Tyrosinkinase-1 (flt-1) besteht. Die PDGF- und FLK-Familie werden üblicherweise aufgrund der zwischen den beiden Gruppen bestehenden Ähnlichkeiten gemeinsam diskutiert. Für eine genaue Diskussion der Rezeptor-Tyrosinkinasen siehe die Arbeit von Plowman et al., *DN & P* 7(6):334-339, 1994, die hiermit durch Bezugnahme aufgenommen wird.

Die zytosolischen Tyrosinkinasen bestehen ebenfalls aus einer Vielzahl von Unterfamilien, darunter Src, Frk, Btk, Csk, Abl, Zap70, Fes/Fps, Fak, Jak, Ack, and LIMK. Jede dieser Unterfamilien ist weiter in verschiedene Rezeptoren unterteilt. So stellt zum Beispiel die Src-Unterfamilie eine der größten Unterfamilien dar. Sie beinhaltet Src, Yes, Fyn, Lyn, Lck, Blk, Hck, Fgr und Yrk. Die Src-Enzymunterfamilie wurde mit der Onkogenese in Verbindung gebracht. Für eine genauere Diskussion der zytosolischen

Tyrosinkinasen, siehe die Arbeit von Bolen *Oncogene*, 8:2025-2031 (1993), die hiermit durch Bezugnahme aufgenommen wird.

Sowohl die Rezeptor-Tyrosinkinasen als auch die zytosolischen Tyrosinkinasen sind an Signalübertragungswegen der Zelle, die zu verschiedenen Leidenszuständen führen, darunter Krebs, Schuppenflechte und Hyperimmunreaktionen, beteiligt.

Es wurde vorgeschlagen, dass verschiedene Rezeptor-Tyrosinkinasen sowie die an sie bindenden Wachstumsfaktoren eine Rolle bei den Angiogenese spielen, obwohl einige die Angiogenese indirekt fördern könnten (Mustonen und Alitalo, *J. Cell Biol.* 129:895-898, 1995). Eine dieser Rezeptor-Tyrosinkinasen ist die fötale Leberkinase 1, auch FLK-1 genannt. Das menschliche Analog der FLK-1 ist der kinase-insert-domänenhaltige Rezeptor KDR, der auch unter der Bezeichnung Gefäßendothelzellenwachstumsfaktorrezeptor 2 bzw. VEGFR-2 bekannt ist, da er VEGF hochaffin bindet. Schließlich wurde die Maus-Version dieses Rezeptors auch ebenfalls NYK genannt (Oelrichs et al., *Oncogene* 8(1):11-15, 1993). VEGF und KDR stellen ein Ligand-Rezeptor-Paar dar, das eine wesentliche Rolle bei der Proliferation der Gefäßendothelzellen und der Bildung und Sprossung der Blutgefäße, die als Vaskulogenese bzw. Angiogenese bezeichnet werden, spielt.

Die Angiogenese ist durch eine übermäßig starke Aktivität des Gefäßendothelwachstumsfaktors (VEGF) gekennzeichnet. Der VEGF besteht eigentlich aus einer Familie von Liganden (Klagsburn und D'Amore, *Cytokine & Growth Factor Reviews* 7:259-270, 1996). Der VEGF bindet den hochaffinen transmembranösen Tyrosinkinaserezeptor KDR und die verwandte fms-Tyrosinkinase-1, auch unter der Bezeichnung Flt-1 oder Gefäßendothelzellenwachstumsfaktorrezeptor 1 (VEGFR-1) bekannt. Aus Zellkultur- und Gen-Knockout-Versuchen geht hervor, dass jeder Rezeptor zu unterschiedlichen Aspekten der Angiogenese beiträgt. Der KDR führt die mitogene Funktion des VEGF herbei, während Flt-1 nichtmitogene Funktionen, wie diejenigen, die mit der Zelladhäsion in

Zusammenhang stehen, zu modulieren scheint. Eine Hemmung des KDR moduliert daher das Niveau der mitogenen VEGF-Aktivität. Tatsächlich wurde gezeigt, dass das Tumorwachstum von der antiangiogenen Wirkung der VEGF-Rezeptor-Antagonisten beeinflusst wird (Kim et al., Nature 362, 5 S. 841- 844, 1993).

Drei PTK (Protein-Tyrosinkinase)-Rezeptoren für VEGFR sind identifiziert worden : VEGFR-1 (Flt-1); VEGFR-2 (Flk-1 oder KDR) und VEGFR-3 (Flt-4). Von besonderem Interesse ist VEGFR-2.

10 Feste Tumore können daher mit Tyrosinkinasehemmern behandelt werden, da diese Tumore für die Bildung der zur Unterstützung ihres Wachstums erforderlichen Blutgefäße auf Angiogenese angewiesen sind.

Zu diesen festen Tumoren zählen die Monozytenleukämie, Hirn-, Urogenital-, Lymphsystem-, Magen-, Kehlkopf- und Lungenkarzinom, 15 darunter Lungenadenokarzinom und kleinzelliges Lungenkarzinom. Zu weiteren Beispielen zählen Karzinome, bei denen eine Überexpression oder Aktivierung von Raf-aktivierenden Onkogenen (z.B. K-ras, erb-B) beobachtet wird. Zu diesen Karzinomen zählen Bauchspeicheldrüsen- und Brustkarzinom. Hemmstoffe dieser Tyrosinkinasen eignen sich daher zur Vorbeugung und Behandlung von proliferativen Krankheiten, die durch 20 diese Enzyme bedingt sind.

Die angiogene Aktivität des VEGF ist nicht auf Tumore beschränkt. Der VEGF ist für die bei diabetischer Retinopathie in bzw. in der Nähe der Retina produzierte angiogene Aktivität verantwortlich. Dieses Gefäßwachstum in der Retina führt zu geschwächter Sehkraft und schließlich Erblindung. Die VEGF-mRNA- und -protein-Spiegel im Auge werden durch Leiden wie Netzhautvenenokklusion beim Primaten sowie verringertem pO<sub>2</sub>-Spiegel bei der Maus, die zu Gefäßneubildung führen, erhöht. Intraokular injizierte monoklonale Anti-VEGF-Antikörper, oder VEGF- 25 Rezeptor-Immunkonjugate, hemmen sowohl im Primaten- als auch im Nagetiermodell die Gefäßneubildung im Auge. Unabhängig vom Grund der Induktion des VEGF bei der diabetischen Retinopathie des Menschen,

eignet sich die Hemmung des Augen-VEGF zur Behandlung dieser Krankheit.

Die VEGF-Expression ist auch in hypoxischen Regionen von tierischen und menschlichen Tumoren neben Nekrosezonen stark erhöht. Der VEGF

5 wird außerdem durch die Expression der Onkogene ras, raf, src und p53-Mutante (die alle bei der Bekämpfung von Krebs von Bedeutung sind) hinaufreguliert. Monoklonale Anti-VEGF-Antikörper hemmen bei der

Nacktmaus das Wachstum menschlicher Tumore. Obwohl die gleichen Tumorzellen in Kultur weiterhin VEGF exprimieren, verringern die Antikörper ihre Zellteilungsrate nicht. So wirkt der aus Tumoren stammende

10 VEGF nicht als autokriner mitogener Faktor. Der VEGF trägt daher in vivo dadurch zum Tumorwachstum bei, dass er durch seine parakrine Gefäßendothelzellen-Chemotaxis- und -Mitogeneseaktivität die Angiogenese fördert. Diese monoklonalen Antikörper hemmen auch das Wachstum von

15 typischerweise weniger stark vaskularisierten Human-Kolonkarzinomen bei thymuslosen Mäusen und verringern die Anzahl der aus inokulierten Zellen entstehenden Tumore.

Die Expression eines VEGF-bindenden Konstrukts von Flk-1, Flt-1, dem

20 zur Entfernung der zytoplasmatischen Tyrosinkinasedomänen, jedoch unter Beibehaltung eines Membranankers, verkürzten Maus-KDR-

Rezeptorhomologs, in Viren stoppt praktisch das Wachstum eines transplantierbaren Glioblastoms bei der Maus, vermutlich aufgrund des dominant-negativen Mechanismus der Heterodimerbildung mit transmembranösen Endothelzellen-VEGF-Rezeptoren. Embryostammzellen,

25 die in der Nacktmaus üblicherweise in Form von festen Tumoren wachsen, bilden bei Knock-out aller beider VEGF-Allele keine nachweisbaren

Tumore. Aus diesen Daten gemeinsam geht die Rolle des VEGF beim Wachstum fester Tumore hervor. Die Hemmung von von KDR bzw. Flt-1

ist an der pathologischen Angiogenese beteiligt, und diese Rezeptoren eignen sich zur Behandlung von Krankheiten, bei denen Angiogenese

30 einen Teil der Gesamtpathologie, z.B. Entzündung, diabetische Retina-Vaskularisierung sowie verschiedene Formen von Krebs, darstellt, da

bekannt ist, dass das Tumorwachstum angiogeneseabhängig ist (Weidner et al., N. Engl. J. Med., 324, S. 1-8, 1991).

Bei Angiopoietin 1 (Ang1), einem Liganden für die endothelspezifische Rezeptor-Tyrosinkinase TIE-2, handelt es sich um einen neuen angiogenen Faktor (Davis et al, Cell, 1996, 87:1161-1169; Partanen et al, Mol. Cell Biol., 12:1698-1707 (1992); US-Patent Nr. 5,521,073; 5,879,672; 5,877,020; und 6,030,831). Das Akronym TIE steht für „Tyrosinkinase mit Ig- und EGF-Homologiedomänen“. TIE wird zur Identifizierung einer Klasse von Rezeptor-Tyrosinkinasen verwendet, die ausschließlich in Gefäßendothelzellen und frühen hämopoietischen Zellen exprimiert werden. TIE-Rezeptorkinasen sind typischerweise durch das Vorhandensein einer EGF-ähnlichen Domäne und einer Immunglobulin (IG)-ähnlichen Domäne charakterisiert, die aus extrazellulären Faltungseinheiten, die durch Disulfidbrückenbindungen zwischen den Ketten stabilisiert sind, besteht (Partanen et al Curr. Topics Microbiol. Immunol., 1999, 237:159-172). Im Gegensatz zu VEGF, der seine Funktion während der frühen Stadien in der Gefäßentwicklung ausübt, wirken Ang1 und sein Rezeptor TIE-2 während der späteren Stadien in der Gefäßentwicklung, d.h. während der Gefäßumbildung (Umbildung bezieht sich auf die Bildung eines Gefäßlumens) und Reifung (Yancopoulos et al, Cell, 1998, 93:661-664; Peters, K.G., Circ. Res., 1998, 83(3):342-3; Suri et al, Cell 87, 1171-1180 (1996)).

Demzufolge würde man erwarten, daß eine Hemmung von TIE-2 die Umbildung und Reifung eines durch Angiogenese initiierten neuen Gefäßsystems und dadurch den Angiogeneseprozess unterbrechen sollte. Weiterhin würde eine Hemmung an der Kinasedomäne-Bindungsstelle von VEGFR-2 die Phosphorylierung von Tyrosinresten blockieren und dazu dienen, die Initiation der Angiogenese zu unterbrechen. Daher darf man annehmen, daß die Hemmung von TIE-2 und/oder VEGFR-2 die Tumorangiogenese verhindern und dazu dienen sollte, das Tumor-

wachstum zu verlangsamen oder vollständig zu beseitigen.

Dementsprechend könnte man eine Behandlung von Krebs und anderen mit unangemessener Angiogenese einhergehenden Erkrankungen bereitstellen.

5

Die vorliegende Erfindung richtet sich auf Verfahren zur Regulation, Modulation oder Hemmung der TIE-2 zur Vorbeugung und/oder Behandlung von Erkrankungen im Zusammenhang mit unregulierter oder gestörter TIE-2-Aktivität. Insbesondere lassen sich die erfindungsgemäßen Verbindungen auch bei der Behandlung gewisser Krebsformen einsetzen. Weiterhin können die erfindungsgemäßen Verbindungen verwendet werden, um bei gewissen existierenden Krebschemotherapien additive oder synergistische Effekte bereitzustellen, und/oder können dazu verwendet werden, um die Wirksamkeit gewisser existierender Krebschemotherapien und –bestrahlungen wiederherzustellen.

15

Die vorliegende Erfindung richtet sich auf Verfahren zur Regulation, Modulation oder Hemmung des VEGFR-2 zur Vorbeugung und/oder Behandlung von Erkrankungen im Zusammenhang mit unregulierter oder gestörter VEGFR-2-Aktivität.

20

Bei den erfindungsgemäßen Verbindungen handelt es sich um Benzimidazolylderivate der TIE-2- und/oder VEGFR-2-Kinaseaktivität.

25

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin die Verbindungen als Inhibitoren von Raf-Kinasen.

30

Protein-Phosphorylierung ist ein fundamentaler Prozess für die Regulation von Zellfunktionen. Die koordinierte Wirkung von sowohl Proteinkinasen als auch Phosphatasen kontrolliert die Phosphorylierungsgrade und folglich die Aktivität spezifischer Zielproteine. Eine der vorherrschenden Rollen der Protein-Phosphorylierung ist bei der Signaltransduktion, wenn extrazelluläre Signale amplifiziert und durch eine Kaskade von Protein-

Phosphorylierungs- und Dephosphorylierungssereignissen, z. B. im p21<sup>ras</sup>/raf-Weg propagiert werden.

Das p21<sup>ras</sup>-Gen wurde als ein Onkogen der Harvey- und Kirsten-Ratten-Sarkom-Viren (H-Ras bzw. K-Ras) entdeckt. Beim Menschen wurden charakteristische Mutationen im zellulären Ras-Gen (c-Ras) mit vielen verschiedenen Krebstypen in Verbindung gebracht. Von diesen mutanten Allelen, die Ras konstitutiv aktiv machen, wurde gezeigt, dass sie Zellen, wie zum Beispiel die murine Zelllinie NIH 3T3, in Kultur transformieren.

Das p21<sup>ras</sup>-Onkogen ist ein wichtiger beitragender Faktor bei der Entwicklung und Progression humaner solider Karzinome und ist bei 30 % aller humaner Karzinome mutiert (Bolton et al. (1994) Ann. Rep. Med. Chem., 29, 165-74; Bos. (1989) Cancer Res., 49, 4682-9). In seiner normalen, nicht mutierten Form ist das Ras-Protein ein Schlüsselement der Signaltransduktionskaskade, die durch Wachstumsfaktor-Rezeptoren in fast allen Geweben gesteuert wird (Avruch et al. (1994) Trends Biochem. Sci., 19, 279-83).

Biochemisch ist Ras ein Guanin-Nukleotid-bindendes Protein, und das Zyklieren zwischen einer GTP-gebundenen aktivierte und einer GDP-gebundenen ruhenden Form wird von Ras-endogener GTPase-Aktivität und anderen Regulatorproteinen strikt kontrolliert. Das Ras-Genprodukt bindet an Guanintriphosphat (GTP) und Guanindiphosphat (GDP) und hydrolysiert GTP zu GDP. Ras ist im GTP-gebundenen Zustand aktiv. In den Ras-Mutanten in Krebszellen ist die endogene GTPase-Aktivität abgeschwächt, und folglich gibt das Protein konstitutive Wachstumssignale an „Downstream“-Effektoren, wie zum Beispiel an das Enzym Raf-Kinase ab. Dies führt zum krebsartigen Wachstum der Zellen, die diese Mutanten tragen (Magnuson et al. (1994) Semin. Cancer Biol., 5, 247-53). Das Ras-Proto-Onkogen benötigt ein funktionell intaktes C-Raf-1-Proto-Onkogen, um in höheren Eukaryoten durch Rezeptor- und Nicht-

Rezeptor-Tyrosin-Kinasen initiierte Wachstums- und Differenzierungs-sigale zu transduzieren.

Aktiviertes Ras ist für die Aktivierung des C-Raf-1-Proto-Onkogens notwendig, die biochemischen Schritte, durch die Ras die Raf-1-Protein-(Ser/Thr)-Kinase aktiviert, sind jedoch inzwischen gut charakterisiert. Es wurde gezeigt, dass das Inhibieren des Effekts von aktivem Ras durch Inhibition des Raf-Kinase-Signalwegs mittels Verabreichung von deaktivierenden Antikörpern gegen Raf-Kinase oder mittels Koexpression dominanter negativer Raf-Kinase oder dominanter negativer MEK (MAPKK), dem Substrat der Raf-Kinase, zur Reversion transformierter Zellen zum normalen Wachstumsphänotyp führt, siehe: Daum et al. (1994) Trends Biochem. Sci., 19, 474-80; Fridman et al. (1994) J. Biol. Chem., 269, 30105-8. Kolch et al. (1991) Nature, 349, 426-28) und zur Besprechung Weinstein-Oppenheimer et al. Pharm. & Therap. (2000), 88, 229-279.

Auf ähnliche Weise wurde die Inhibition von Raf-Kinase (durch Antisense-Oligodesoxynukleotide) in vitro und in vivo mit der Inhibition des Wachstums einer Reihe verschiedener humaner Tumortypen in Beziehung gebracht (Monia et al., Nat. Med. 1996, 2, 668-75).

Raf-Serin- und Threonin-spezifische Protein-Kinasen sind cytosolische Enzyme, die das Zellwachstum in einer Reihe verschiedener Zellsysteme stimulieren (Rapp, U.R., et al. (1988) in The Oncogene Handbook; T. Curran, E.P. Reddy und A. Skalka (Hrsg.) Elsevier Science Publishers; Niederlande, S. 213-253; Rapp, U.R., et al. (1988) Cold Spring Harbor Sym. Quant. Biol. 53:173-184; Rapp, U.R., et al. (1990) Inv Curr. Top. Microbiol. Immunol. Potter und Melchers (Hrsg.), Berlin, Springer-Verlag 166:129-139).

30

Drei Isozyme wurden charakterisiert:

C-Raf (Raf-1) (Bonner, T.I., et al. (1986) Nucleic Acids Res. 14:1009-1015). A-Raf (Beck, T.W., et al. (1987) Nucleic Acids Res. 15:595-609), und B-Raf (Qkawa, S., et al. (1998) Mol. Cell. Biol. 8:2651-2654; Sithanandam, G. et al. (1990) Oncogene:1775). Diese Enzyme unterscheiden sich durch ihre Expression in verschiedenen Geweben. Raf-1 wird in allen Organen und in allen Zelllinien, die untersucht wurden, exprimiert, und A- und B-Raf werden in Urogenital- bzw. Hirngeweben exprimiert (Storm, S.M. (1990) Oncogene 5:345-351).

10 Raf-Gene sind Proto-Onkogene: Sie können die maligne Transformation von Zellen initiieren, wenn sie in spezifisch veränderten Formen exprimiert werden. Genetische Veränderungen, die zu onkogener Aktivierung führen, erzeugen eine konstitutiv aktive Proteinkinase durch Entfernung oder Interferenz mit einer N-terminalen negativen Regulatordomäne des Proteins (Heidecker, G., et al. (1990) Mol. Cell. Biol. 10:2503-2512; Rapp, U.R., et al. (1987) in Oncogenes and Cancer; S. A. Aaronson, J. Bishop, T. Sugimura, M. Terada, K. Toyoshima und P. K. Vogt (Hrsg.) Japan Scientific Press, Tokyo). Mikroinjektion in NIH 3T3-Zellen von onkogen aktivierten, aber nicht Wildtyp-Versionen des mit Expressionsvektoren von Escherichia coli präparierten Raf-Proteins führt zu morphologischer Transformation und stimuliert die DNA-Synthese (Rapp, U.R., et al. (1987) in Oncogenes and Cancer; S. A. Aaronson, J. Bishop, T. Sugimura, M. Terada, K. Toyoshima, und P. K. Vogt (Hrsg.) Japan Scientific Press, Tokyo; Smith, M. R., et al. (1990) Mol. Cell. Biol. 10:3828-3833).

15 20 25 30 Folglich ist aktiviertes Raf-1 ein intrazellulärer Aktivator des Zellwachstums. Raf-1-Protein-Serin-Kinase ist ein Kandidat für den „Downstream“-Effektor der Mitogen-Signaltransduktion, da Raf-Onkogene dem Wachstumsarrest begegnen, der aus einer Blockade zellulärer Ras-Aktivität aufgrund einer zellulären Mutation (Ras-revertante Zellen) oder Mikroinjektion von Anti-Ras-Antikörpern resultiert (Rapp, U.R., et al. (1988) in The Oncogene Handbook, T. Curran, E.P. Reddy und A. Skalka (Hrsg.),

Elsevier Science Publishers; Niederlande, S. 213-253; Smith, M.R., et al.  
(1986) Nature (London) 320:540-543).

Die C-Raf-Funktion ist für die Transformation durch eine Reihe verschiedener Membran-gebundener Onkogene und für die Wachstumsstimulation durch in Sera enthaltene Mitogene erforderlich (Smith, M.R., et al. (1986) Nature (London) 320:540-543). Raf-1-Protein-Serin-Kinase-Aktivität wird durch Mitogene über die Phosphorylierung reguliert (Morrison, D.K., et al. (1989) Cell 58:648-657), welche auch die subzelluläre Verteilung bewirkt (Olah, Z., et al. (1991) Exp. Brain Res. 84:403; Rapp, U.R., et al. (1988) Cold Spring Harbor Sym. Quant. Biol. 53:173-184. Zu Raf-1-aktivierenden Wachstumsfaktoren zählen der aus Thrombozyten stammende Wachstumsfaktor (PDGF) (Morrison, D.K., et al. (1988) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85:8855-8859), der Kolonien-stimulierende Faktor (Baccarini, M., et al. (1990) EMBO J. 9:3649-3657), Insulin (Blackshear, P.J., et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:12115-12118), der epidermale Wachstumsfaktor (EGF) (Morrison, R.K., et al. (1988) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85:8855-8859), Interleukin-2 (Turner, B.C., et al. (1991) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88:1227) und Interleukin-3 und der Granulozyten-Makrophagen-Kolonien-stimulierende Faktor (Carroll, M.P., et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:19812-19817).

Nach der Mitogen-Behandlung von Zellen transloziert die transient aktivierte Raf-1-Protein-Serin-Kinase in den perinukleären Bereich und den Nukleus (Olah, Z., et al. (1991) Exp. Brain Res. 84:403; Rapp, U.R., et al. (1988) Cold Spring Habor Sym. Quant. Biol. 53:173-184). Zellen, die aktiviertes Raf enthalten, sind in ihrem Genexpressionsmuster verändert (Heidecker, G., et al. (1989) in Genes and signal transduction in multistage carcinogenesis, N. Colburn (Hrsg.), Marcel Dekker, Inc., New York, S. 339-374) und Raf-oncogenes activate transcription from Ap-1/PEA3-dependent promotors in transient transfection assays (Jamal, S., et al. (1990) Science

344:463-466; Kaibuchi, K., et al. (1989) J. Biol. Chem. 264:20855-20858;  
Waslylyk, C., et al. (1989) Mol. Cell. Biol. 9:2247-2250).

Es gibt mindestens zwei unabhängige Wege für die Raf-1-Aktivierung  
5 durch extrazelluläre Mitogene: Einen, der Proteinkinase C (KC) beinhaltet,  
und einen zweiten, der durch Protein-Tyrosin-Kinasen initiiert wird (Black-  
shear, P.J., et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:12131-12134; Kovacina, K.S.,  
et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:12115-12118; Morrison, D.K., et al. (1988)  
Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85:8855-8859; Siegel, J.N., et al. (1990) J. Biol.  
10 Chem. 265:18472-18480; Turner, B.C., et al. (1991) Proc. Natl. Acad. Sci.  
USA 88:1227). In jedem Fall beinhaltet die Aktivierung Raf-1-Protein-  
Phosphorylierung. Raf-1-Phosphorylierung kann eine Folge einer Kinase-  
Kaskade sein, die durch Autophosphorylierung amplifiziert wird, oder kann  
vollkommen durch Autophosphorylierung hervorgerufen werden, die durch  
Bindung eines vermutlichen Aktivierungsliganden an die Raf-1-Regulator-  
15 domäne, analog zur PKC-Aktivierung durch Diacylglycerol initiiert wird  
(Nishizuka, Y. (1986) Science 233:305-312).

Einer der Hauptmechanismen, durch den die Zellregulation bewirkt wird,  
20 ist durch die Transduktion der extrazellulären Signale über die Membran,  
die wiederum biochemische Wege in der Zelle modulieren. Protein-  
Phosphorylierung stellt einen Ablauf dar, über den intrazelluläre Signale  
von Molekül zu Molekül propagiert werden, was schließlich in einer  
Zellantwort resultiert. Diese Signaltransduktionskaskaden sind hoch  
25 reguliert und überlappen häufig, wie aus dem Vorliegen vieler Protein-  
kinasen wie auch Phosphatasen hervorgeht. Phosphorylierung von  
Proteinen tritt vorwiegend bei Serin-, Threonin- oder Tyrosinresten auf,  
und Proteinkinasen wurden deshalb nach ihrer Spezifität des Phosporylie-  
rungsortes, d. h. der Serin-/ Threonin-Kinasen und Tyrosin-Kinasen  
30 klassifiziert. Da Phosphorylierung ein derartig weit verbreiteter Prozess in  
Zellen ist und da Zellphänotypen größtenteils von der Aktivität dieser

Wege beeinflusst werden, wird zur Zeit angenommen, dass eine Anzahl von Krankheitszuständen und/oder Erkrankungen auf entweder abweichende Aktivierung oder funktionelle Mutationen in den molekularen Komponenten von Kinasekaskaden zurückzuführen sind. Folglich wurde der Charakterisierung dieser Proteine und Verbindungen, die zur Modulation ihrer Aktivität fähig sind, erhebliche Aufmerksamkeit geschenkt (Übersichtsartikel siehe: Weinstein-Oppenheimer et al. Pharma. & Therap., 2000, 88, 229-279).

10 Die Identifikation von kleinen Verbindungen, die die Signaltransduktion der Tyrosinkinasen und/oder Raf-Kinasen spezifisch hemmen, regulieren und/oder modulieren, ist daher wünschenswert und ein Ziel der vorliegenden Erfindung.

15 Es wurde gefunden, daß die erfindungsgemäßen Verbindungen und ihre Salze bei guter Verträglichkeit sehr wertvolle pharmakologische Eigenschaften besitzen.

20 Insbesondere zeigen sie inhibierende Eigenschaften der Tyrosinkinase. Es wurde weiterhin gefunden, daß die erfindungsgemäßen Verbindungen Inhibitoren des Enzyms Raf-Kinase sind. Da das Enzym ein „Downstream“- Effektor von p21<sup>ras</sup> ist, erweisen sich die Inhibitoren in pharmazeutischen Zusammensetzungen für die human- oder veterinärmedizinische Anwendung als nützlich, wenn Inhibition des

25 Raf-Kinase-Weges, z. B. bei der Behandlung von Tumoren und/oder durch Raf-Kinase vermitteltem krebsartigen Zellwachstum, angezeigt ist. Die Verbindungen sind insbesondere nützlich bei der Behandlung solider Karzinome bei Mensch und Tier, z. B. von murinem Krebs, da die Progression dieser Krebse abhängig ist von der Ras-Protein-

30 Signaltransduktionskaskade und deshalb auf die Behandlung durch Unterbrechung der Kaskade, d. h. durch Inhibition der Raf-Kinase,

anspricht. Dementsprechend wird die erfindungsgemäßen Verbindung oder ein pharmazeutisch unbedenkliches Salz davon für die Behandlung von Krankheiten verabreicht, die durch den Raf-Kinase-Weg vermittelt werden, besonders Krebs, einschließlich solider Karzinome, wie zum Beispiel Karzinome (z. B. der Lungen, des Pankreas, der Schilddrüse, der Harnblase oder des Kolons), myeloische Erkrankungen (z. B. myeloische Leukämie) oder Adenome (z. B. villöses Kolonadenom), pathologische Angiogenese und metastatische Zellmigration. Die Verbindungen sind ferner nützlich bei der Behandlung der Komplementaktivierungs-abhängigen chronischen Entzündung (Niculescu et al. (2002) Immunol. Res., 24:191-199) und durch HIV-1 (Human Immunodeficiency Virus Typ 1) induzierte Immunschwäche (Popik et al. (1998) J Virol, 72: 6406-6413).

Es wurde überraschend gefunden, dass erfindungsgemäßen Verbindungen mit Signalwegen, besonders mit den hierin beschriebenen Signalwegen und bevorzugt dem Raf-Kinase-Signalweg interagieren können. Die erfindungsgemäßen Verbindungen zeigen bevorzugt eine vorteilhafte biologische Aktivität, die in auf Enzymen basierenden Assays, zum Beispiel Assays wie hierin beschrieben, leicht nachweisbar ist. In derartigen auf Enzymen basierenden Assays zeigen und bewirken die erfindungsgemäßen Verbindungen bevorzugt einen inhibierenden Effekt, der gewöhnlich durch IC<sub>50</sub>-Werte in einem geeigneten Bereich, bevorzugt im mikromolaren Bereich und bevorzugter im nanomolaren Bereich dokumentiert wird.

Wie hierin besprochen, sind diese Signalwege für verschiedene Erkrankungen relevant. Dementsprechend sind die erfindungsgemäßen Verbindungen nützlich bei der Prophylaxe und/oder Behandlung von Erkrankungen, die von den genannten Signalwegen durch Interaktion mit einem oder mehreren der genannten Signalwege abhängig sind.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind deshalb erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren der hierin beschriebenen Signalwege. Bevorzugter Gegenstand der Erfindung sind deshalb erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren des Raf-Kinase-Weges. Ein bevorzugter Gegenstand der Erfindung sind deshalb erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren der Raf-Kinase. Ein noch bevorzugterer Gegenstand der Erfindung sind erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren einer oder mehrerer Raf-Kinasen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus A-Raf, B-Raf und C-Raf-1. Ein besonders bevorzugter Gegenstand der Erfindung sind erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren von C-Raf-1.

15

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung einer oder mehrerer erfindungsgemäßer Verbindungen bei der Behandlung und/oder Prophylaxe von Erkrankungen, bevorzugt den hier beschriebenen Erkrankungen, die durch Raf-Kinasen veruracht, vermittelt und/oder propagiert werden und insbesondere Erkrankungen, die durch Raf-Kinasen ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus A-Raf, B-Raf and C-Raf-1 verursacht, vermittelt und/oder propagiert werden. Gewöhnlich werden die hier besprochenen Erkrankungen in zwei Gruppen eingeteilt, in hyperproliferative und nicht hyperproliferative Erkrankungen. In diesem Zusammenhang werden Psoriasis, Arthritis, Entzündungen, Endometriose, Vernarbung, gutartige Prostatahyperplasie, immunologische Krankheiten, Autoimmunkrankheiten und Immunschwächekrankheiten als nicht krebsartige Krankheiten angesehen, von denen Arthritis, Entzündung, immunologische Krankheiten, Autoimmunkrankheiten und Immunschwächekrankheiten gewöhnlich als nicht hyperproliferative Erkrankungen angesehen werden. In diesem Zusammenhang sind Hirnkrebs, Lungenkrebs, Plattenepithelkrebs, Blasenkrebs, Magenkrebs,

20

25

30

Pankreaskrebs, Leberkrebs, Nierenkrebs, Kolorektalkrebs, Brustkrebs, Kopfkrebs, Halskrebs, Ösophaguskrebs, gynäkologischer Krebs, Schilddrüsenkrebs, Lymphome, chronische Leukämie und akute Leukämie als krebsartige Erkrankungen anzusehen, die alle gewöhnlich als hyperproliferative Erkrankungen angesehen werden. Insbesondere krebsartiges Zellwachstum und insbesondere durch Raf-Kinase vermitteltes krebsartiges Zellwachstum ist eine Erkrankung, die ein Ziel der vorliegenden Erfindung darstellt. Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind deshalb erfindungsgemäße Verbindungen als Arzneimittel und/oder Arzneimittelwirkstoffe bei der Behandlung und/oder Prophylaxe der genannten Erkrankungen und die Verwendung von erfindungsgemäßen Verbindungen zur Herstellung eines Pharmazeutikums für die Behandlung und/oder Prophylaxe der genannten Erkrankungen wie auch ein Verfahren zur Behandlung der genannten Erkrankungen umfassend die Verabreichung eines oder mehrerer erfindungsgemäßer Verbindungen an einen Patienten mit Bedarf an einer derartigen Verabreichung.

Es kann gezeigt werden, dass die erfindungsgemäßen Verbindungen in einem Xenotransplantat-Tumor-Modell eine in vivo antiproliferative Wirkung aufweisen. Die erfindungsgemäßen Verbindungen werden an einen Patienten mit einer hyperproliferativen Erkrankung verabreicht, z. B. zur Inhibition des Tumorwachstums, zur Verminderung der mit einer lymphoproliferativen Erkrankung einhergehenden Entzündung, zur Inhibition der Transplantatabstoßung oder neurologischer Schädigung aufgrund von Gewebereparatur usw. Die vorliegenden Verbindungen sind nützlich für prophylaktische oder therapeutische Zwecke. Wie hierin verwendet, wird der Begriff „Behandeln“ als Bezugnahme sowohl auf die Verhinderung von Krankheiten als auch die Behandlung vorbestehender Leiden verwendet. Die Verhinderung von Proliferation wird durch Verabreichung der erfindungsgemäßen Verbindungen vor Entwicklung der evidenten Krankheit, z. B. zur Verhinderung des Tumorwachstums, Verhinderung metastatischen Wachstums, der Herabsetzung von mit

kardiovaskulärer Chirurgie einhergehenden Restenosen usw. erreicht. Als Alternative werden die Verbindungen zur Behandlung andauernder Krankheiten durch Stabilisation oder Verbesserung der klinischen Symptome des Patienten verwendet.

5           Der Wirt oder Patient kann jeglicher Säugerspezies angehören, z. B. einer Primatenspezies, besonders Menschen; Nagetieren, einschließlich Mäusen, Ratten und Hamstern; Kaninchen; Pferden, Rindern, Hunden, Katzen usw. Tiermodelle sind für experimentelle Untersuchungen von Interesse, wobei sie ein Modell zur Behandlung einer Krankheit des Menschen zur Verfügung stellen.

10           Die Suszeptibilität einer bestimmten Zelle gegenüber der Behandlung mit den erfindungsgemäßen Verbindungen kann durch Testen in vitro bestimmt werden. Typischerweise wird eine Kultur der Zelle mit einer erfindungsgemäßen Verbindung bei verschiedenen Konzentrationen für eine Zeitdauer kombiniert, die ausreicht, um den aktiven Mitteln zu ermöglichen, Zelltod zu induzieren oder Migration zu inhibieren, gewöhnlich zwischen ungefähr einer Stunde und einer Woche. Zum Testen in vitro können kultivierte Zellen aus einer Biopsieprobe verwendet werden. Die nach der Behandlung zurückbleibenden lebensfähigen Zellen werden dann gezählt.

15           Die Dosis variiert abhängig von der verwendeten spezifischen Verbindung, der spezifischen Erkrankung, dem Patientenstatus usw.. Typischerweise ist eine therapeutische Dosis ausreichend, um die unerwünschte Zellpopulation im Zielgewebe erheblich zu vermindern, während die Lebensfähigkeit des Patienten aufrechterhalten wird. Die Behandlung wird im Allgemeinen fortgesetzt, bis eine erhebliche Reduktion vorliegt, z. B. mindestens ca. 50 % Verminderung der Zelllast und kann fortgesetzt werden, bis im Wesentlichen keine unerwünschten Zellen mehr im Körper nachgewiesen werden.

20           

25           

30

Zur Identifikation von Kinase-Inhibitoren stehen verschiedene Assay-Systeme zur Verfügung. Beim Scintillation-Proximity-Assay (Sorg et al., J. of Biomolecular Screening, 2002, 7, 11-19) und dem FlashPlate-Assay wird die radioaktive Phosphorylierung eines Proteins oder Peptids als Substrat mit  $\gamma$ ATP gemessen. Bei Vorliegen einer inhibitorischen Verbindung ist kein oder ein vermindertes radioaktives Signal nachweisbar. Ferner sind die Homogeneous Time-resolved Fluorescence Resonance Energy Transfer- (HTR-FRET-) und Fluoreszenzpolarisations- (FP-) Technologien als Assay-Verfahren nützlich (Sills et al., J. of Biomolecular Screening, 2002, 191-214).

Andere nicht radioaktive ELISA-Assay-Verfahren verwenden spezifische Phospho-Antikörper (Phospho-AK). Der Phospho-AK bindet nur das phosphorylierte Substrat. Diese Bindung ist mit einem zweiten Peroxidase-konjugierten Anti-Schaf-Antikörper durch Chemilumineszenz nachweisbar (Ross et al., 2002, Biochem. J., unmittelbar vor der Veröffentlichung, Manuskript BJ20020786).

Es gibt viele mit einer Deregulation der Zellproliferation und des Zelltods (Apoptose) einhergehende Erkrankungen. Die Leiden von Interesse schließen die folgenden Leiden ein, sind aber nicht darauf beschränkt. Die erfindungsgemäßen Verbindungen sind nützlich bei der Behandlung einer Reihe verschiedener Leiden, bei denen Proliferation und/oder Migration glatter Muskelzellen und/oder Entzündungszellen in die Intimaschicht eines Gefäßes vorliegt, resultierend in eingeschränkter Durchblutung dieses Gefäßes, z. B. bei neointimalen okklusiven Läsionen. Zu okklusiven Transplantat-Gefäßerkrankungen von Interesse zählen Atherosklerose, koronare Gefäßerkrankung nach Transplantation, Venentransplantatstenose, peri-anastomotische Prothesenrestenose, Restenose nach Angioplastie oder Stent-Platzierung und dergleichen.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen eignen sich auch als p38 Kinase-Inhibitoren.

Andere Heteroarylharnstoffe, die p38 Kinase inhibieren sind in der WO 02/85859 beschrieben.

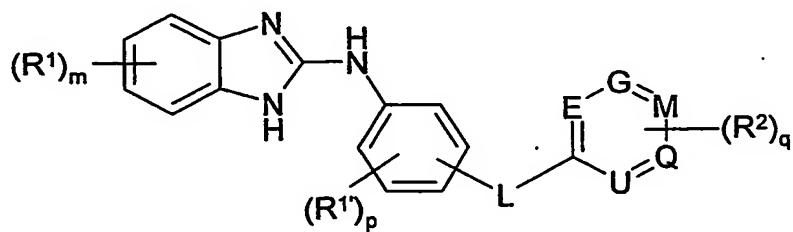
5

## STAND DER TECHNIK

In der WO 02/44156 sind andere Benzimidazol-Derivate als TIE-2 und/oder VEGFR2-Inhibitoren beschrieben. In der WO 99/32436 sind substituierte Phenylharnstoffe als Raf-Kinase-Inhibitoren offenbart. Aus der WO 02/062763 und der WO 02/085857 kennt man Chinolyl-, Isochinolyl- und Pyridylharnstoffderivate als Raf-Kinase-Inhibitoren. Heteroarylharnstoffe als p38-Kinase-Inhibitoren sind in der WO 02/85859 beschrieben. In der WO 00/42012 sind  $\omega$ -Carboxyaryl-diphenyl-harnstoffe als Raf-Kinase-Inhibitoren und in der WO 00/41698 als p38-Kinase-Inhibitoren beschrieben. Andere Aryl- und Heteroaryl-substituierte heterocyclische Harnstoffe sind in WO 99/32455 als Raf-Kinase-Inhibitoren und in WO 99/32110 als p38-Kinase-Inhibitoren offenbart. Andere Diphenylharnstoffderivate kennt man aus der WO 99/32463. Substituierte heterocyclische Harnstoffderivate als p38-Kinase-Inhibitoren sind in der WO 99/32111 offenbart.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

25 Die Erfindung betrifft Verbindungen der Formel I



worin

R<sup>1</sup>, R<sup>1'</sup> jeweils unabhängig voneinander für Hal, A, OH, OA, SA,  
SO<sub>2</sub>H, SO<sub>2</sub>A, SO<sub>3</sub>H, SO<sub>3</sub>A, CN, NO<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, NHA, NAA',  
NHCOA, CHO, C(=O)A, COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONHA  
oder CONAA' stehen,

5 L CH<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>, O, S, SO, SO<sub>2</sub>, NH, NA, C=O oder CHOH  
bedeutet,

R<sup>2</sup> unabhängig ausgewählt ist unter den für R<sup>1</sup> und R<sup>1'</sup>  
angegebenen Bedeutungen und bevorzugt unabhängig  
ausgewählt ist unter Hal, A, OH, OA, CN, COOH, COOA,  
CONH<sub>2</sub>, CONHA oder CONAA',

10 E, G, M,

Q und U jeweils unabhängig voneinander für ein C-Atom oder ein  
N-Atom stehen,

15 A, A' unabhängig voneinander ausgewählt sind unter  
unsubstituiertem oder substituiertem Alkyl mit 1-10 C-  
Atomen, unsubstituiertem oder substituiertem Cycloalkyl mit  
3-10 C-Atomen, unsubstituiertem oder substituiertem  
Alkoxyalkyl mit 2-12 C-Atomen, unsubstituiertem oder  
substituiertem Aryl mit 6-14 C-Atomen, unsubstituiertem oder  
substituiertem Arylalkyl mit 7-15 C-Atomen, unsubstituiertem  
oder substituiertem, gesättigtem, ungesättigtem oder  
aromaticchem Heterocyclyl mit 2-7 C-Atomen und 1-3  
Heteroatomen, ausgewählt unter N, O und S, oder

20 unsubstituiertem oder substituiertem, gesättigtem,  
ungesättigtem oder aromatischem Heterocyclalkyl mit 3-10  
C-Atomen und 1-3 Heteroatomen, ausgewählt unter N, O und  
S,

Hal F, Cl, Br oder I,

30 m, p, q jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3 oder 4, und  
n 1, 2 oder 3,

bedeuten,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

Gegenstand der Erfindung sind auch die optisch aktiven Formen  
5 (Stereoisomeren), die Enantiomeren, die Racemate, die Diastereomeren sowie die Hydrate und Solvate dieser Verbindungen. Unter Solvate der Verbindungen werden Anlagerungen von inerten Lösungsmittelmolekülen an die Verbindungen verstanden, die sich aufgrund ihrer gegenseitigen Anziehungskraft ausbilden. Solvate sind z.B. Mono- oder Dihydrate oder  
10 Alkoholate.

Unter pharmazeutisch verwendbaren Derivaten versteht man z.B. die Salze der erfindungsgemäßen Verbindungen als auch sogenannte Prodrug-Verbindungen.

15 Unter Prodrug-Derivaten versteht man mit z. B. Alkyl- oder Acylgruppen, Zuckern oder Oligopeptiden abgewandelte Verbindungen der Formel I, die im Organismus rasch zu den wirksamen erfindungsgemäßen Verbindungen gespalten werden.

20 Hierzu gehören auch bioabbaubare Polymerderivate der erfindungsgemäßen Verbindungen, wie dies z. B. in Int. J. Pharm. 115, 61-67 (1995) beschrieben ist.

25 Der Ausdruck "wirksame Menge" bedeutet die Menge eines Arzneimittels oder eines pharmazeutischen Wirkstoffes, die eine biologische oder medizinische Antwort in einem Gewebe, System, Tier oder Menschen hervorruft, die z.B. von einem Forscher oder Mediziner gesucht oder erstrebt wird.

30 Darüberhinaus bedeutet der Ausdruck "therapeutisch wirksame Menge" eine Menge, die, verglichen zu einem entsprechenden Subjekt, das diese Menge nicht erhalten hat, folgendes zur Folge hat:

verbesserte Heilbehandlung, Heilung, Prävention oder Beseitigung einer Krankheit, eines Krankheitsbildes, eines Krankheitszustandes, eines Leidens, einer Störung oder von Nebenwirkungen oder auch die Verminderung des Fortschreitens einer Krankheit, eines Leidens oder einer Störung.

Die Bezeichnung "therapeutisch wirksame Menge" umfaßt auch die Mengen, die wirkungsvoll sind, die normale physiologische Funktion zu erhöhen.

10 Gegenstand der Erfindung sind auch Mischungen der erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I, z.B. Gemische zweier Diastereomerer z.B. im Verhältnis 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:10, 1:100 oder 1:1000.  
Besonders bevorzugt handelt es sich dabei um Mischungen stereoisomerer Verbindungen.

15 Für alle Reste, die mehrfach auftreten, wie z.B. R<sup>1</sup>, gilt, daß deren Bedeutungen unabhängig voneinander sind.

20 Vor- und nachstehend haben die Reste bzw. Parameter R<sup>1</sup>, L, R<sup>1'</sup>, R<sup>2</sup>, m, p und q vorzugsweise die bei der Formel I angegebenen Bedeutungen, falls nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

25 In der Definition von A ist Alkyl vorzugsweise unverzweigt (linear) oder verzweigt, hat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10 C-Atome und kann substituiert sein. In der Definition von A ist substituiertes Alkyl ein Alkyl-Rest wie in diesem Abschnitt beschrieben, der 1-7, bevorzugt 1-5 und besonders bevorzugt 1-3 Substituenten aufweist, die vorzugsweise ausgewählt sind unter Hal, insbesondere Cl und F, OH, OAlkyl, NH<sub>2</sub> und N(Alkyl)<sub>2</sub>, worin Alkyl wie vorstehend beschrieben ist und bevorzugt wie vorstehend beschriebenes unsubstituiertes Alkyl ist. In der Definition von A bedeutet substituiertes Alkyl besonders bevorzugt einen wie vorstehend

beschriebenen Alkylrest, worin 1-7 H-Atome durch F und/oder Chlor ersetzt sind, z. B. einen perchlorierten oder perfluorierten Alkylrest. Solche Fluor- und/oder Chlor-substituierten Alkylreste weisen vorzugsweise 1, 2, 3, 4 oder 5 C-Atome auf. Bevorzugt als Fluor- und/oder Chlor-substituierte 5 Alkylreste sind perfluorierte Alkylreste, insbesondere Trifluormethylreste. Besonders bevorzugt bedeutet unsubstituiertes oder substituiertes Alkyl Methyl, weiterhin Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl oder tert.-Butyl, ferner auch Pentyl, 1-, 2- oder 3-Methylbutyl, 1,1-, 1,2- oder 10 2,2-Dimethylpropyl, 1-Ethylpropyl, Hexyl, 1-, 2-, 3- oder 4-Methylpentyl, 1,1-, 1,2-, 1,3-, 2,2-, 2,3- oder 3,3-Dimethylbutyl, 1- oder 2-Ethylbutyl, 1-Ethyl-1-methylpropyl, 1-Ethyl-2-methylpropyl, 1,1,2- oder 1,2,2-Tri- 15 methylpropyl, weiter besonders bevorzugt Trifluormethyl. Ganz besonders bevorzugt bedeutet Alkyl einen Alkylrest mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atomen, der wie vorstehend beschrieben chloriert und/oder fluoriert sein kann, und ist insbesondere ausgewählt unter Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl, Pentyl, Hexyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl und 1,1,1-Trifluorethyl.

In der Definition von A ist unsubstituiertes Cycloalkyl vorzugsweise 20 ausgewählt unter Cyclopropyl, Cyclobutyl, Cylopentyl, Cyclohexyl oder Cycloheptyl. In der Definition von A ist substituiertes Cycloalkyl ein Cycloalkyl-Rest wie vorstehend beschrieben, der 1-7, bevorzugt 1-5 und besonders bevorzugt 1-3 Substituenten aufweist, die vorzugsweise ausgewählt sind unter Hal, insbesondere Cl und F, OH, OAlkyl, NH<sub>2</sub> und 25 N(Alkyl)<sub>2</sub>, worin Alkyl wie vorstehend beschrieben ist und bevorzugt wie vorstehend beschriebenes unsubstituiertes Alkyl ist.

In der Definition von A ist unsubstituiertes Alkoxyalkyl ein Rest der Formel C<sub>u</sub>H<sub>2u+1</sub>-O-(CH<sub>2</sub>)<sub>v</sub>, worin u und v jeweils unabhängig voneinander 1 bis 6 30 bedeuten. Bevorzugt steht der Rest C<sub>u</sub>H<sub>2u+1</sub> für einen wie vorstehend beschriebenen unverzweigten oder verzweigten Alkylrest. Besonders bevorzugt ist u = 1 oder 2 und v = 1, 2, 3 oder 4. In der Definition von A ist

substituiertes Alkoxyalkyl ein Alkoxyalkyl-Rest wie vorstehend beschrieben, der 1-7, bevorzugt 1-5 und besonders bevorzugt 1-3 Substituenten aufweist, die vorzugsweise ausgewählt sind unter Hal, insbesondere Cl und F, OH, OAlkyl, NH<sub>2</sub> und N(Alkyl)<sub>2</sub>, worin Alkyl wie vorstehend beschrieben ist und bevorzugt wie vorstehend beschriebenes unsubstituiertes Alkyl ist.

5

Im Rahmen dieser Erfindung ist Alkylen vorzugsweise ein unverzweigter oder verzweigter divalenter Kohlenwasserstoffrest mit 1-10 C-Atomen, bevorzugt 1-4 C-Atomen, der gegebenenfalls 1-7, bevorzugt 1-5 und besonders bevorzugt 1-3 Substituenten aufweisen kann, die vorzugsweise ausgewählt sind unter Hal, insbesondere Cl und F, OH, OAlkyl, NH<sub>2</sub> und N(Alkyl)<sub>2</sub>, worin Alkyl wie vorstehend beschrieben ist und bevorzugt wie vorstehend beschriebenes unsubstituiertes Alkyl ist. Vorzugsweise steht 10 unsubstituiertes Alkylen für Methylen, Ethylen, n-Propylen, Isopropylen oder n-Butylen und insbesondere für Methylen oder Ethylen.

10

15

In der Definition von A ist unsubstituiertes Aryl vorzugsweise ein Benzolring, z.B. ein Phenylrest, oder ein System aus Benzolringen, wie zum Beispiel Anthracen-, Phenanthren- oder Napthalen-Ringsysteme bzw. -Reste. In der Definition von A ist substituiertes Aryl ein Aryl-Rest wie vorstehend beschrieben, der 1-7, bevorzugt 1-5 und besonders bevorzugt 1-3 Substituenten aufweist, die vorzugsweise ausgewählt sind unter Hal, insbesondere Cl und F, OH, OAlkyl, NH<sub>2</sub> und N(Alkyl)<sub>2</sub>, worin Alkyl wie vorstehend beschrieben ist und bevorzugt wie vorstehend beschriebenes unsubstituiertes Alkyl ist.

20

25

In der Definition von A ist unsubstituiertes Arylalkyl ein Arylrest wie obenstehend definiert, verbunden mit einem Alkylen-Rest wie obenstehend definiert. Beispiele für bevorzugte unsubstituierte Arylalkyl-Reste sind Benzyl, Phenethyl, Phenylpropyl und Phenylbutyl und insbesondere Benzyl und Phenethyl. In der Definition von A ist 30

substituiertes Arylalkyl ein Arylalkyl-Rest wie vorstehend beschrieben, der  
1-7, bevorzugt 1-5 und besonders bevorzugt 1-3 Substituenten aufweist,  
die vorzugsweise ausgewählt sind unter Hal, insbesondere Cl und F, OH,  
OAlkyl, NH<sub>2</sub> und N(Alkyl)<sub>2</sub>, worin Alkyl wie vorstehend beschrieben ist und  
bevorzugt wie vorstehend beschriebenes unsubstituiertes Alkyl ist.

In der Definition von A ist unsubstituiertes gesättigtes, ungesättigtes oder  
aromatiches Heterocyclyl ein heterocyclischer Rest mit 2-7 C-Atomen und  
1-3 Heteroatomen, ausgewählt unter N, O und S. Beispiele für  
bevorzugtes unsubstituiertes gesättigtes Heterocyclyl sind 1-Piperidyl,

10 1-Piperazyl, 4-Morpholinyl, 1-Pyrrolidinyl, 1-Pyrazolidinyl, 1-Imidazolidinyl,  
Tetrahydrofuran-2-yl und Tetrahydrofuran-3-yl. Beispiele für  
unsubstituiertes, ungesättigtes oder aromatisches Heterocyclyl sind

Thiophen-2-yl und Thiophen-3-yl, Furan-2-yl und Furan-3-yl, Pyrrol-2-yl  
und Pyrrol-3-yl, 2-, 3- und 4-Pyridyl, 2-, 4- und 5-Oxazolyl, 2-, 4- und 5-

15 Thiazolyl, Chinolinyl, Isochinolinyl, 2- und 4-Pyridazyl, 2-, 4- und 5-  
Pyrimidyl, sowie 2- und 3-Pyrazinyl. In der Definition von A ist  
substituiertes gesättigtes, ungesättigtes oder aromatisches Heterocyclyl

ein heterocyclischer Rest wie vorstehend beschrieben, der 1-7, bevorzugt  
ein heterocyclischer Rest wie vorstehend beschrieben, der 1-7, bevorzugt

20 1-5 und besonders bevorzugt 1-3 Substituenten aufweist, die  
vorzugsweise ausgewählt sind unter Hal, insbesondere Cl und F, OH,  
OAlkyl, NH<sub>2</sub> und N(Alkyl)<sub>2</sub>, worin Alkyl wie vorstehend beschrieben ist und  
bevorzugt wie vorstehend beschriebenes unsubstituiertes Alkyl ist.

Beispiele für substituiertes, gesättigtes, ungesättigtes oder aromatisches  
25 Heterocyclyl und insbesondere substituiertes gesättigtes Heterocyclyl sind  
1-(4-Methyl)-piperazyl, 4-Methylpiperazin-1-ylamin, 1-(2-Methyl)-  
pyrazolidinyl und 1-(3-Methyl)-imidazolidinyl.

In der Definition von A ist unsubstituiertes Heterocyclalkyl ein  
30 Heterocycl-Rest wie obenstehend definiert, verbunden mit einem  
Alkylen-Rest wie obenstehend definiert. In der Definition von A ist  
substituiertes Heterocyclalkyl ein Heterocyclalkyl-Rest wie vorstehend

beschrieben, der 1-7, bevorzugt 1-5 und besonders bevorzugt 1-3 Substituenten aufweist, die vorzugsweise ausgewählt sind unter Hal, insbesondere Cl und F, OH, OAlkyl, NH<sub>2</sub> und N(Alkyl)<sub>2</sub>, worin Alkyl wie vorstehend beschrieben ist und bevorzugt wie vorstehend beschriebenes unsubstituiertes Alkyl ist.

R<sup>1</sup> ist vorzugsweise ausgewählt unter A, wobei A wie vorstehend definiert ist und hier bevorzugt für unsubstituiertes und/oder substituiertes Alkyl und insbesondere für Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-

Butyl, tert.-Butyl, Pentyl, Hexyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl, und/oder 1,1,1-Trifluorethyl steht, COOH, COOA; worin A wie vorstehend definiert ist und bevorzugt für unsubstituiertes oder substituiertes, besonders bevorzugt unsubstituiertes Alkyl und insbesondere für Methyl oder Ethyl steht, SO<sub>2</sub>A, worin A wie vorstehend definiert ist und bevorzugt für unsubstituiertes oder substituiertes, besonders bevorzugt unsubstituiertes Alkyl und insbesondere für Trifluormethyl, Methyl oder Ethyl steht, CN, NO<sub>2</sub>, Hal, insbesondere F, Cl und/oder Br, und C(=O)A, worin A wie vorstehend definiert ist und bevorzugt für unsubstituiertes oder substituiertes Alkyl, unsubstituiertes oder substituiertes, bevorzugt unsubstituiertes, gesättigtes, ungesättigtes oder aromatisches, bevorzugt ungesättigtes oder aromatisches, Heterocycl und insbesondere für Thiophen-2-yl oder Thiophen-3-yl steht.

Besonders bevorzugt ist R<sup>1</sup> ausgewählt unter F, Cl, Br, Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl, 1,1,1-Trifluorethyl, CN, NO<sub>2</sub>, COOH, COOCH<sub>3</sub>, COOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>CF<sub>3</sub> und C(=O)A, worin A für Thiophen-2-yl steht.

Besonders bevorzugt ist R<sup>1</sup> ausgewählt unter Methyl, Trifluormethyl, F, Cl, Br, CN, NO<sub>2</sub>, COOH, COOCH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> und C(=O)A, worin A für Thiophen-2-yl steht.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist R<sup>1</sup> ausgewählt unter Methyl, Trifluormethyl, F, Cl und Br.

5 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist R<sup>1</sup> ausgewählt unter CN, NO<sub>2</sub>, COOH, COOCH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> und C(=O)A, worin A für Thiophen-2-yl steht.

10 R<sup>1</sup> ist vorzugsweise ausgewählt unter A, wobei A wie vorstehend definiert ist und hier bevorzugt für unsubstituiertes und/oder substituiertes Alkyl und insbesondere für Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl, Pentyl, Hexyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl, und/oder 1,1,1-Trifluorethyl steht, COOH, COOA, worin A wie vorstehend definiert ist und bevorzugt für unsubstituiertes oder substituiertes, besonders bevorzugt unsubstituiertes Alkyl und insbesondere für Methyl oder Ethyl steht, CN, NO<sub>2</sub>, Hal, insbesondere F, Cl und/oder Br.

15

20 R<sup>1</sup> ist besonders bevorzugt ausgewählt unter unsubstituiertem oder substituiertem Alkyl, insbesondere Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl, Pentyl, Hexyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl, 1,1,1-Trifluorethyl, und Halogen, insbesondere F, Cl und/oder Br. Ganz besonders bevorzugt ist R<sup>1</sup> ausgewählt unter Methyl, Ethyl, Propyl, Fluor und Brom.

25 L bedeutet vorzugsweise O, S oder CH<sub>2</sub>, besonders bevorzugt O.

30 R<sup>2</sup> ist vorzugsweise ausgewählt unter A, wobei A wie vorstehend definiert ist und hier bevorzugt für unsubstituiertes und/oder substituiertes Alkyl und insbesondere für Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl, Pentyl, Hexyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl, und/oder 1,1,1-Trifluorethyl steht, Hal, insbesondere F, Cl und/oder Br, CN, NO<sub>2</sub>, COOH, CONH<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, sowie NHA, NAA', COOA, CONHA und CONAA,

worin A und A' wie vorstehend definiert sind und bevorzugt für unsubstituiertes oder substituiertes, besonders bevorzugt unsubstituiertes Alkyl und insbesondere für Methyl Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl oder Ethyl stehen.

5

Besonders bevorzugt ist R<sup>2</sup> ausgewählt unter F, Cl, Br, Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl, 1,1,1-Trifluorethyl, CN, NO<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, NHCH<sub>3</sub>, N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, COOH, COOCH<sub>3</sub>, COOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, CONH<sub>2</sub>, CONHCH<sub>3</sub>, CONHCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, CON(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, und SO<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>.

10

Ganz besonders bevorzugt ist R<sup>2</sup> ausgewählt unter Methyl, Ethyl, Methoxycarbonyl, Ethoxycarbonyl, NH<sub>2</sub>, CONH<sub>2</sub>, CONHCH<sub>3</sub>, CONHCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> und CON(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

15

E, G, M, Q and U stehen jeweils unabhängig voneinander für ein C-Atom oder ein N-Atom, wobei vorzugsweise wenigstens eins davon, E, G, M, Q oder U, für N steht. Bevorzugt stehen eins, zwei oder drei, besonders bevorzugt eins oder zwei von E, G, M, Q and U für ein N-Atom. Wenn eins ausgewählt unter E, G, M, Q and U für ein N-Atom steht, steht bevorzugt M, G oder Q für ein N-Atom. Wenn zwei ausgewählt unter E, G, M, Q and U für N-Atome stehen, stehen bevorzugt E und M oder U und Q für N-Atome.

25

Die Substituenten R<sup>2</sup> binden bevorzugt an Kohlenstoffatome. Wenn eins oder mehrere von E, G, M, Q und U für C-Atome stehen, ist jedes C-Atom daher vorzugsweise ausgewählt unter CH oder CR<sup>2</sup>, wobei R<sup>2</sup> an jedem CR<sup>2</sup> unabhängig ausgewählt ist.

30

Der an L gebundene, E, G, M, Q und U enthaltende aromatische oder bevorzugt heteroaromatische Rest ist daher vorzugsweise ausgewählt unter Phenyl, Pyridyl, Pyrimidyl, Pyridazinyl, Pyrazinyl, Triazinyl, bevorzugt

1,2,4-Triazinyl und 1,3,5-Triazinyl, besonders bevorzugt unter Pyridyl, Pyrimidyl, Pyridazinyl und Pyrazinyl und insbesondere unter Pyridyl und Pyrimidyl, der gegebenenfalls 1, 2 oder 3, bevorzugt keinen, einen oder zwei unabhängig voneinander ausgewählte Substituenten  $R^2$  aufweist, die vorzugsweise an ein C-Atom der vorstehend genannten aromatischen oder heteroaromatischen Reste gebunden sind.

5

Bevorzugt ist m oder p oder q von 0 verschieden. Besonders bevorzugt ist m von 0 verschieden und zusätzlich p oder q von 0 verschieden.

10

Besonders bevorzugt ist m von 0 verschieden und zusätzlich p oder q von 0 verschieden.

15

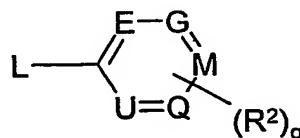
m bedeutet vorzugsweise 1, 2 oder 3 und besonders bevorzugt 2 oder 3.

p bedeutet vorzugsweise 0 oder 1 und besonders bevorzugt 0.

q bedeutet vorzugsweise 0, 1 oder 2 und besonders bevorzugt 0 oder 1.

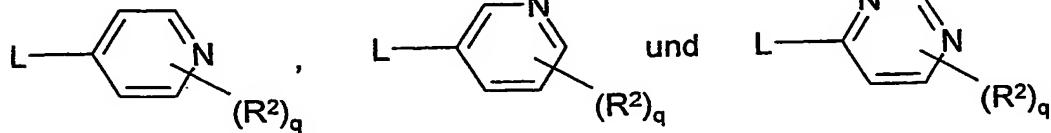
Vorzugsweise ist in den Verbindungen der Formel I die Gruppe

20



ausgewählt unter

25

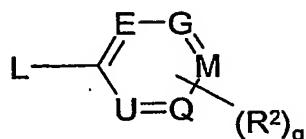


30

worin L,  $R^2$  und q die vorstehend/nachstehend angegeben Bedeutungen haben.

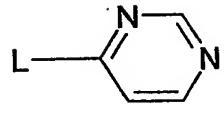
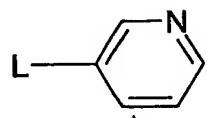
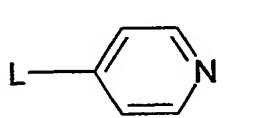
Besonders bevorzugt ist in den Verbindungen der Formel I die Gruppe

5

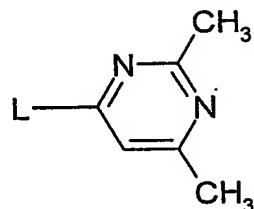
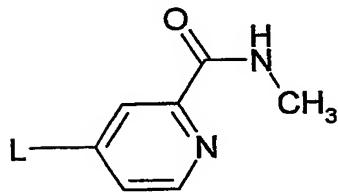


ausgewählt unter

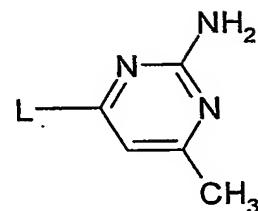
10



15



und

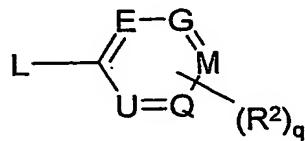


worin L die vorstehend/nachstehend angegebene Bedeutung hat.

20

Vorzugsweise ist in den Verbindungen der Formel I die Gruppe

25

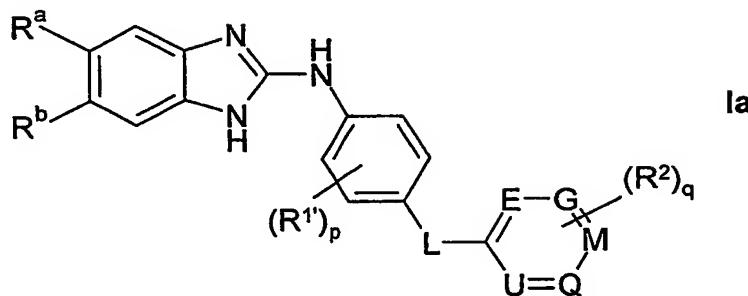


30

nicht anelliert, das heißt, der sechs-gliedrige aromatische, E, G, M, Q und U enthaltende Ring ist vorzugsweise nicht anelliert, sondern stellt bevorzugt einen monocyclischen aromatischen und insbesondere einen monocyclischen heteroaromatischen Ring dar, da der Rest R<sup>2</sup> oder die Reste R<sup>2</sup> vorzugsweise nicht für Anellanden bzw. anellierende Reste stehen.

Besonders bevorzugt als Verbindungen der Formel I sind Verbindungen der Formel Ia

5



10

worin  $R^a$  und  $R^b$  unabhängig voneinander ausgewählt sind unter den für  $R^1$  angegebenen Bedeutungen und besonders bevorzugt unter den für  $R^1$  als bevorzugt, besonders bevorzugt oder insbesondere bevorzugt angegebenen Bedeutungen. Besonders bevorzugt ist in den Verbindungen der Formel Ia einer der beiden Reste  $R^a$  oder  $R^b$  von H verschieden oder beide Reste  $R^a$  und  $R^b$  von H verschieden. Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel Ia, worin  $R^a = Cl$  und  $R^b = CF_3$ ;  $R^a = H$  und  $R^b = CF_3$ ;  $R^a = H$  und  $R^b = CH_3$ ;  $R^a = CH_3$  und  $R^b = CH_3$ ;  $R^a = Cl$  und  $R^b = Cl$ ;  $R^a = Cl$  und  $R^b = H$ ;  $R^a = Cl$  und  $R^b = CH_3$ ;  $R^a = H$  und  $R^b = NO_2$ ;  $R^a = H$  und  $R^b = CN$ ;  $R^a = H$  und  $R^b = COOH$ ;  $R^a = H$  und  $R^b = COOCH_3$ ;  $R^a = H$  und  $R^b = \text{Thiophen-2-yl-carbonyl}$ ; oder  $R^a = H$  und  $R^b = NH_2$ .

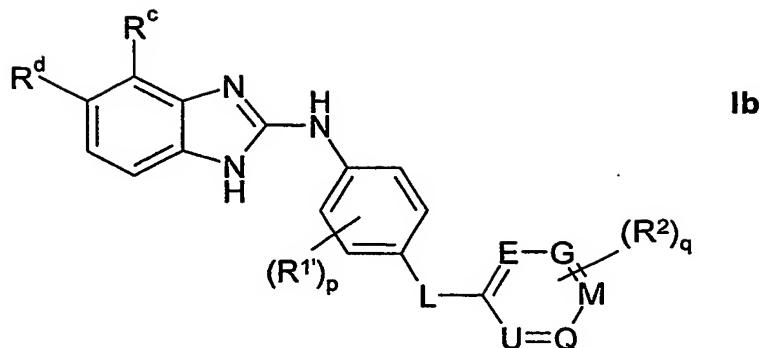
15

20

25

30

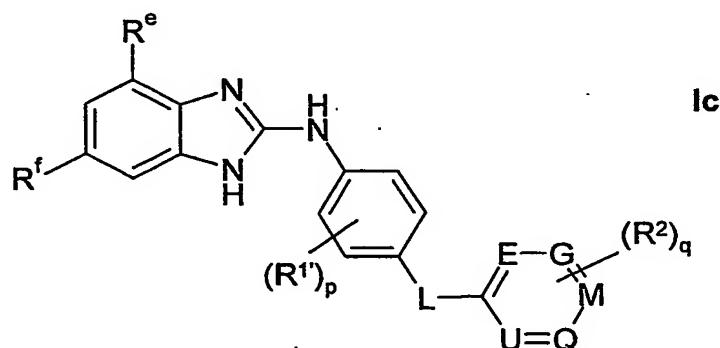
Besonders bevorzugt als Verbindungen der Formel I sind Verbindungen der Formel Ib



10 worin  $R^c$  und  $R^d$  unabhängig voneinander ausgewählt sind unter den für  $R^1$  angegebenen Bedeutungen und besonders bevorzugt unter den für  $R^1$  als bevorzugt, besonders bevorzugt oder insbesondere bevorzugt angegebenen Bedeutungen. Besonders bevorzugt ist Besonders bevorzugt ist in den Verbindungen der Formel Ib einer der beiden Reste  $R^c$  oder  $R^d$  von H verschieden oder beide Reste  $R^c$  und  $R^d$  von H verschieden. Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel Ib, worin  $R^c = CH_3$  und  $R^d = Cl$ ;  $R^c = CH_3$  und  $R^d = H$ ; oder  $R^c = CH_3$  und  $R^d = CH_3$ .

15

20 Besonders bevorzugt als Verbindungen der Formel I sind Verbindungen der Formel Ic



30 worin  $R^e$  und  $R^f$  unabhängig voneinander ausgewählt sind unter H und den für  $R^1$  angegebenen Bedeutungen und besonders bevorzugt unter H und den für  $R^1$  als bevorzugt, besonders bevorzugt oder insbesondere bevorzugt

angegeben Bedeutungen. Besonders bevorzugt ist Besonders bevorzugt ist in den Verbindungen der Formel Ic einer der beiden Reste  $R^e$  oder  $R^f$  von H verschieden oder beide Reste  $R^e$  und  $R^f$  von H verschieden.

5 Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel Ic, worin  $R^e = Br$  und  $R^f = CF_3$ ;  $R^e = Cl$  und  $R^f = CF_3$ ;  $R^e = CF_3$  und  $R^f = CF_3$ ;  $R^e = F$  und  $R^f = CF_3$ ;  $R^e = SO_2CH_3$  und  $R^f = Cl$ ;  $R^e = Cl$  und  $R^f = H$ ;  $R^e = Cl$  und  $R^f = CH_3$ ;  $R^e = H$  und  $R^f = NO_2$ ;  $R^e = H$  und  $R^f = CN$ ;  $R^e = H$  und  $R^f = COOH$ ;  $R^e = H$  und  $R^f = COOCH_3$ ;  $R^e = H$  und  $R^f =$  Thiophen-2-yl-carbonyl; oder  $R^e = H$  und  $R^f = NH_2$ .

10 In den Verbindungen der Formeln Ia, Ib und/oder Ic haben  $R^1$ , p L, E, G, M, Q, U,  $R^2$  und q die vorstehend/nachstehend angegeben Bedeutungen.

15 Eine Bezugnahme auf die Verbindungen der Formel I schließt die Bezugnahme auf alle dazugehören Subformeln und/oder Teilformeln, insbesondere die Subformeln Ia, Ib und/oder Ic sowie vorzugsweise die Teilformeln I.1) bis I.12), ein, sofern nichts anderes angegeben ist.

20 Die Verbindungen der Formel I können ein oder mehrere chirale Zentren besitzen und daher in verschiedenen stereoisomeren Formen vorkommen. Die Formel I umschließt alle diese Formen.

25 Dementsprechend sind Gegenstand der Erfindung insbesondere diejenigen Verbindungen der Formel I, in denen mindestens einer der genannten Reste eine der vorstehend angegebenen bevorzugten Bedeutungen hat. Einige bevorzugte Gruppen von Verbindungen können durch die folgenden Teilformeln I.1) bis I.12) ausgedrückt werden, die der Formel I entsprechen und worin die nicht näher bezeichneten Reste die bei der Formel I angegebene Bedeutung haben, worin jedoch

30 in I.1)  $R^1$  unabhängig voneinander A oder Hal, bevorzugt Alkyl oder Hal, und

m 1, 2 oder 3

bedeutet;

in I.2) R<sup>1</sup> unabhängig voneinander CH<sub>3</sub>, CF<sub>3</sub>, F oder Br, und

5 m 1, 2 oder 3

bedeutet;

in I.3) R<sup>1</sup> unabhängig voneinander CN, COOH, COOA, SO<sub>2</sub>A,  
SO<sub>3</sub>A, C(=O)A, NH<sub>2</sub>, NHA oder NO<sub>2</sub>, und

10 m 1, 2 oder 3, bevorzugt 1 oder 2

bedeutet;

in I.4) R<sup>1</sup> unabhängig voneinander CN, COOH, COOAlkyl,  
SO<sub>2</sub>Alkyl, SO<sub>3</sub>Alkyl, NH<sub>2</sub>, NHAlkyl, C(=O)Alkyl,

15 C(=O)Heterocylyl oder NO<sub>2</sub>, und

m 1, 2 oder 3, bevorzugt 1 oder 2

bedeutet;

in I.5) R<sup>1</sup> unabhängig voneinander Hal, Alkyl, CN, COOH,  
COOAlkyl, SO<sub>2</sub>Alkyl, SO<sub>3</sub>Alkyl, NH<sub>2</sub>, NHAlkyl,

20 C(=O)Alkyl, C(=O)Heterocylyl oder NO<sub>2</sub>,

m 1, 2 oder 3, bevorzugt 1 oder 2

R<sup>1'</sup> Hal oder A, bevorzugt Hal oder Alkyl, und

p 0 oder 1

25 bedeutet;

in I.6) R<sup>1</sup> unabhängig voneinander Hal, Alkyl, CN, COOH,  
COOAlkyl, SO<sub>2</sub>Alkyl; SO<sub>3</sub>Alkyl, NH<sub>2</sub>, NHAlkyl,  
C(=O)Alkyl, C(=O)Heterocylyl oder NO<sub>2</sub>,

30 m 1, 2 oder 3, bevorzugt 1 oder 2,

R<sup>1'</sup> Hal oder A, bevorzugt Hal oder Alkyl,

p 0 oder 1, und

L O, S oder CH<sub>2</sub>, bevorzugt O oder CH<sub>2</sub>,  
bedeutet;

in 1.7) R<sup>1</sup> unabhängig voneinander Hal, Alkyl, CN, COOH,  
5 COOAlkyl, SO<sub>2</sub>Alkyl, SO<sub>3</sub>Alkyl, NH<sub>2</sub>, NHAlkyl,  
C(=O)Alkyl, C(=O)Heterocylyl oder NO<sub>2</sub>,

m 1, 2 oder 3, bevorzugt 1 oder 2,

R<sup>1'</sup> Hal oder A, bevorzugt Hal oder Alkyl,

p 0 oder 1, und

L O, S oder CH<sub>2</sub>, bevorzugt O oder CH<sub>2</sub>,

bedeutet;

in 1.8) R<sup>1</sup> unabhängig voneinander Hal, Alkyl, CN, COOH,  
COOAlkyl, SO<sub>2</sub>Alkyl, SO<sub>3</sub>Alkyl, NH<sub>2</sub>, NHAlkyl,  
15 C(=O)Alkyl, C(=O)Heterocylyl oder NO<sub>2</sub>,

m 1, 2 oder 3, bevorzugt 1 oder 2,

R<sup>1'</sup> Hal oder A, bevorzugt Hal oder Alkyl,

p 0 oder 1,

L O, S oder CH<sub>2</sub>, bevorzugt O oder CH<sub>2</sub>,

20 R<sup>2</sup> A, COOA, CONHA oder CONH<sub>2</sub>, bevorzugt  
COOAlkyl, CONHAlkyl oder CONH<sub>2</sub>, und

q 0, 1 oder 2

bedeutet;

25 in 1.9) R<sup>1</sup> unabhängig voneinander Hal, Alkyl, CN, COOH,  
COOAlkyl, SO<sub>2</sub>Alkyl, SO<sub>3</sub>Alkyl, NH<sub>2</sub>, NHAlkyl,  
C(=O)Alkyl, C(=O)Heterocylyl oder NO<sub>2</sub>,

m 1, 2 oder 3, bevorzugt 1 oder 2,

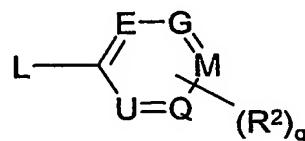
R<sup>1'</sup> Hal oder A, bevorzugt Hal oder Alkyl,

p 0 oder 1,

L O, S oder CH<sub>2</sub>, bevorzugt O oder CH<sub>2</sub>,

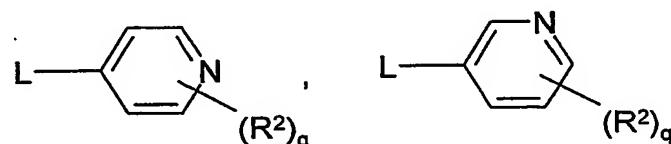
R<sup>2</sup> A, COOA, CONHA oder CONH<sub>2</sub>, bevorzugt  
 COOAlkyl, CONHAlkyl oder CONH<sub>2</sub>,  
 q 0, 1 oder 2  
 bedeutet, und die Gruppe

5

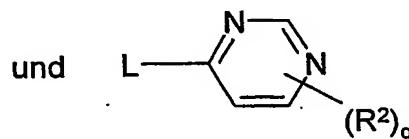


10

ausgewählt ist unter



15



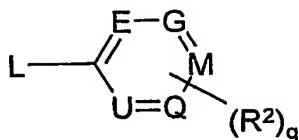
20

worin L, R<sup>2</sup> und q die vorstehend angegeben Bedeutungen  
 haben;

25

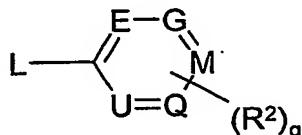
in I.10) R<sup>1</sup> Hal oder A, bevorzugt Hal oder Alkyl,  
 p 0 oder 1,  
 L O, S oder CH<sub>2</sub>, bevorzugt O oder CH<sub>2</sub>,  
 R<sup>2</sup> A, COOA, CONHA oder CONH<sub>2</sub>, bevorzugt  
 COOAlkyl, CONHAlkyl oder CONH<sub>2</sub>,  
 q 0, 1 oder 2  
 bedeutet, und die Gruppe

30



5 die in I.9) angegebene Bedeutung hat;

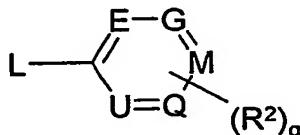
in I.11) L O, S oder CH<sub>2</sub>, bevorzugt O oder CH<sub>2</sub>,  
 R<sup>2</sup> A, COOA, CONHA oder CONH<sub>2</sub>, bevorzugt  
 COOAlkyl, CONHAlkyl oder CONH<sub>2</sub>,  
 10 q 0, 1 oder 2  
 bedeutet, und die Gruppe



15

die in I.9) angegebene Bedeutung hat;

in I.12) R<sup>2</sup> A, COOA, CONHA oder CONH<sub>2</sub>, bevorzugt  
 20 COOAlkyl, CONHAlkyl oder CONH<sub>2</sub>,  
 q 0, 1 oder 2  
 bedeutet, und die Gruppe



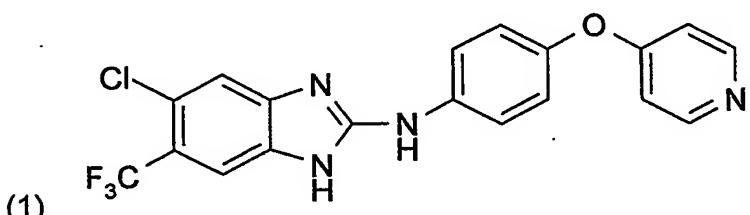
25

die in I.9) angegebene Bedeutung hat;

30 sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereo-  
 isomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

Besonders bevorzugt sind die erfindungsgemäßen Verbindungen ausgewählt unter den Verbindungen (1) bis (41):

5

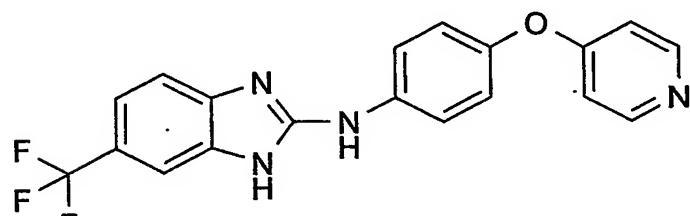


(1)

(5-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin

10

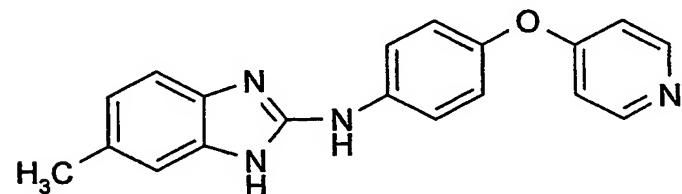
15  
(2)



[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenyl]-[6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin

15

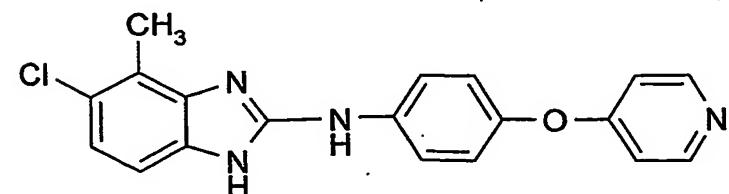
(3)



(6-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin

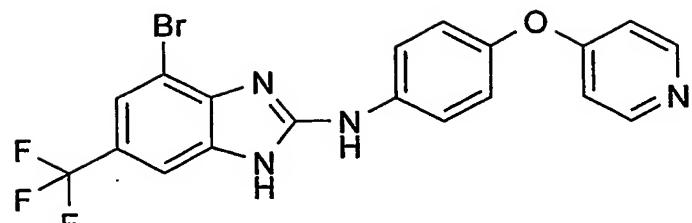
25

(4)



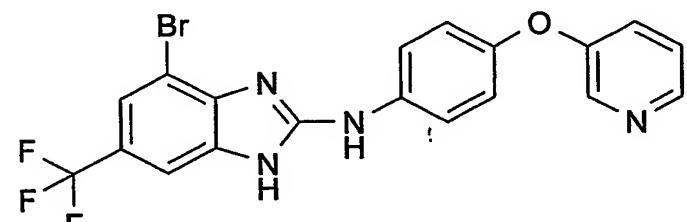
(5-Chlor-4-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin

30



5 (5)

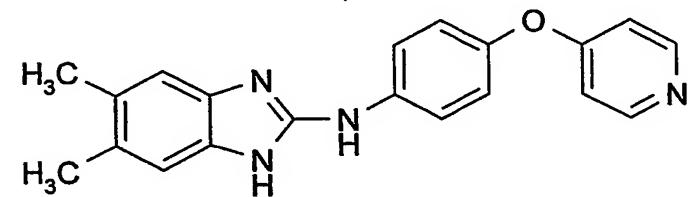
(4-Brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]amin



10 (6)

(4-Brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]amin

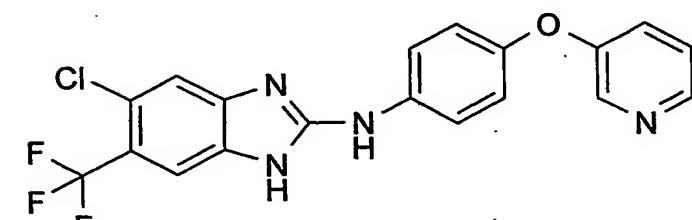
15



20 (7)

(5,6-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]amin

25

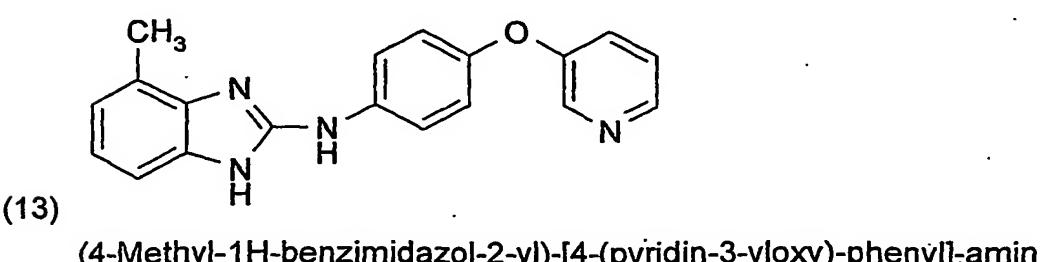
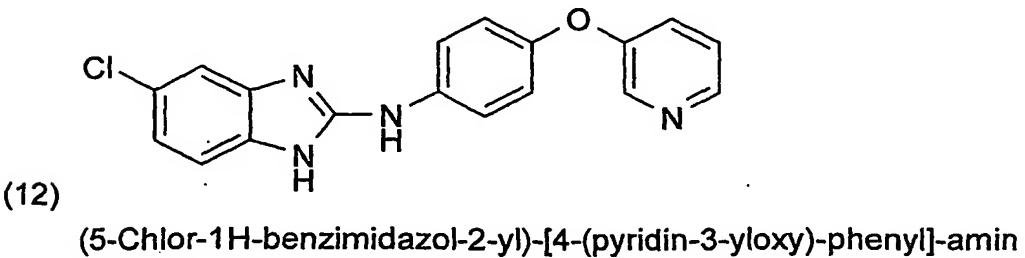
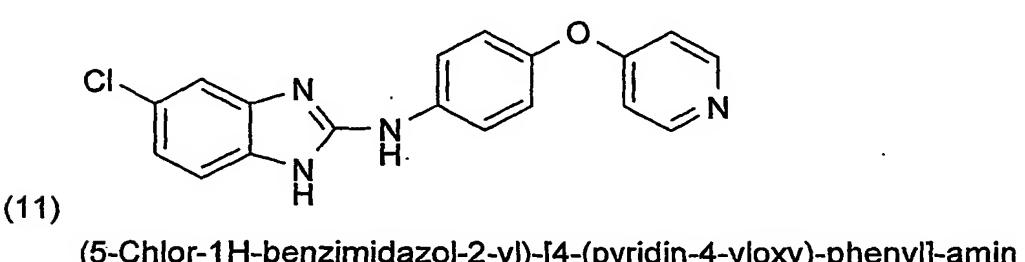
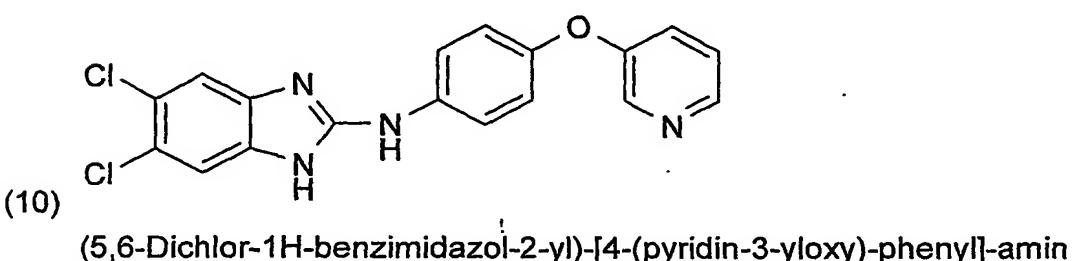
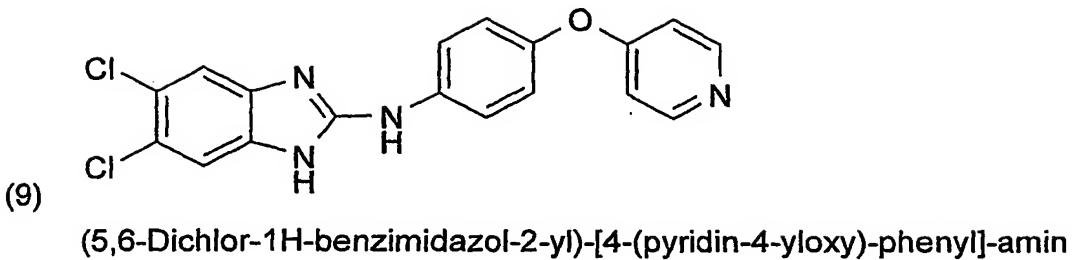


(8)

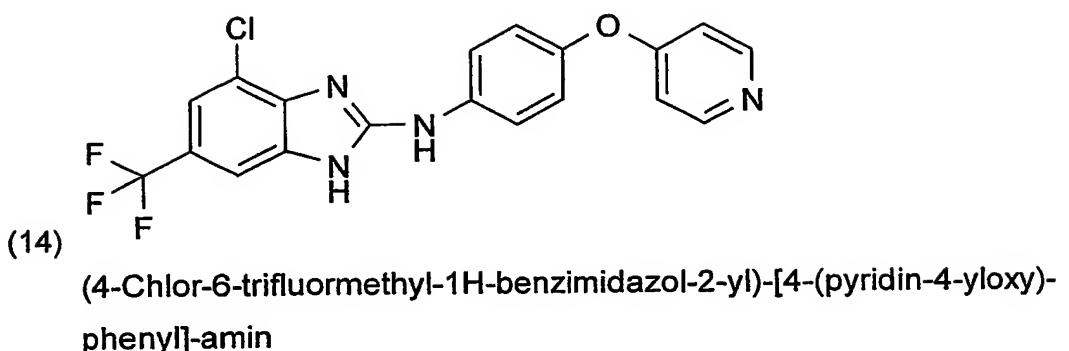
(5-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]amin

30

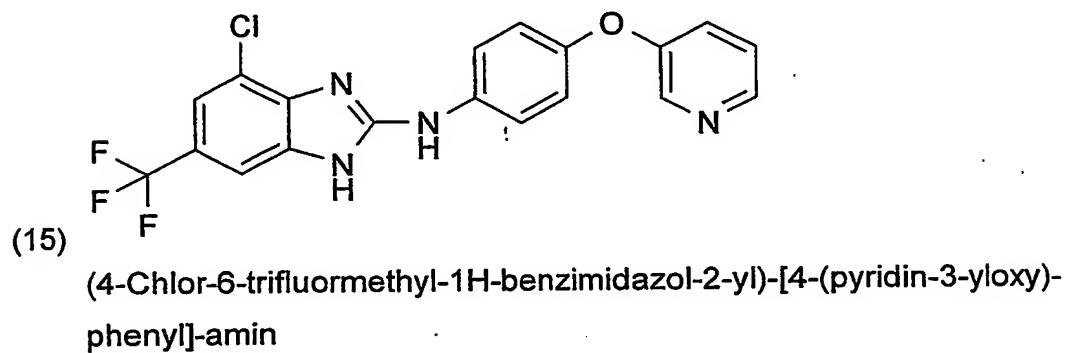
- 40 -



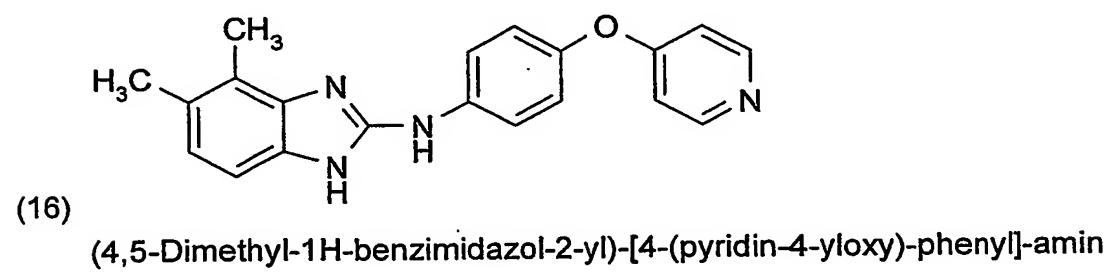
5



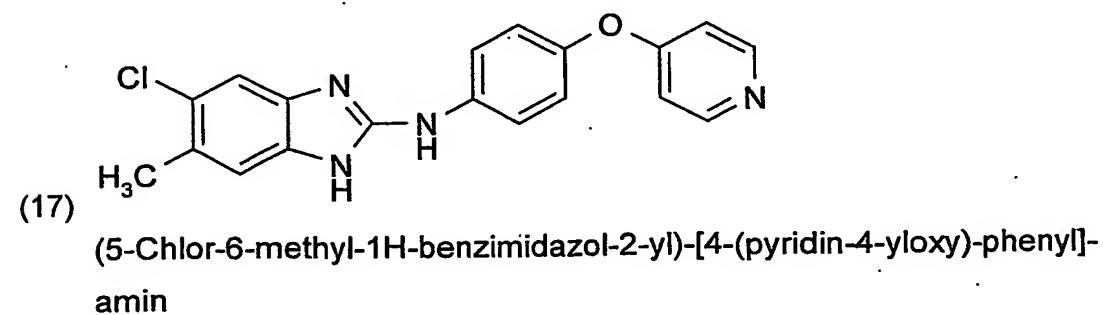
15



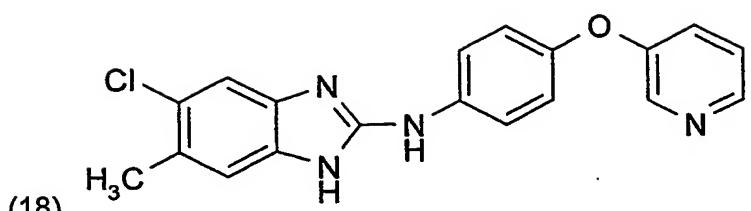
20



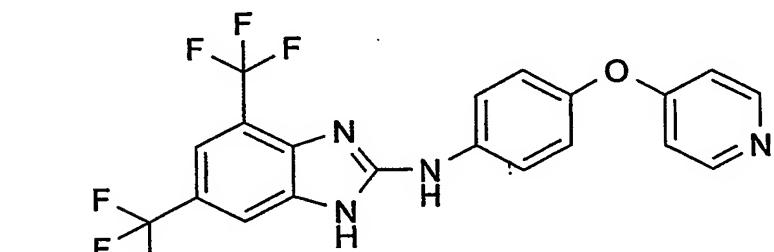
25



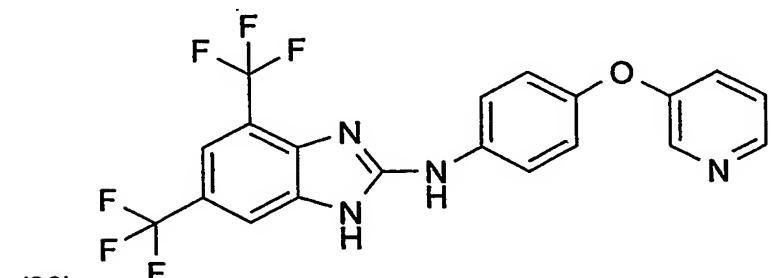
30



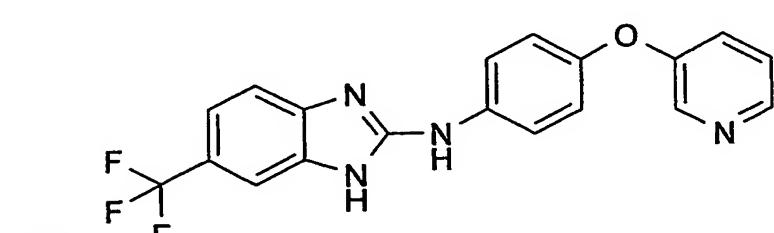
(5-Chlor-6-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-  
amin



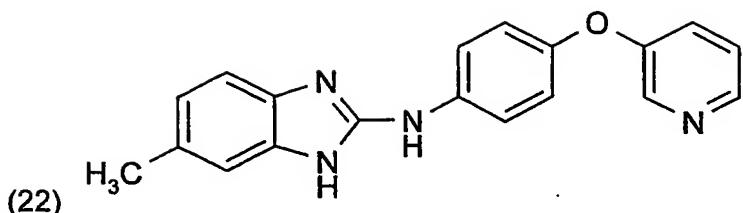
(4,6-Bis-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-  
phenyl]-amin



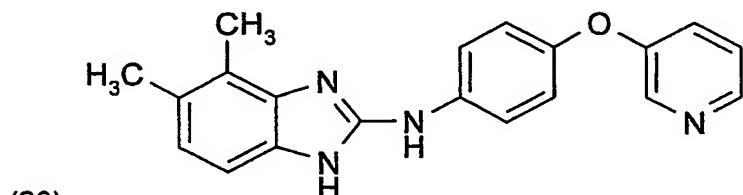
(4,6-Bis-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-  
phenyl]-amin



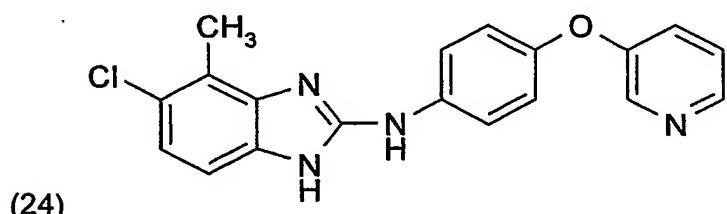
[4-(Pyridin-3-yloxy)-phenyl]-[6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-  
amin



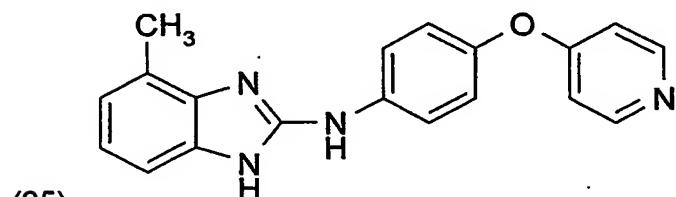
(6-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin



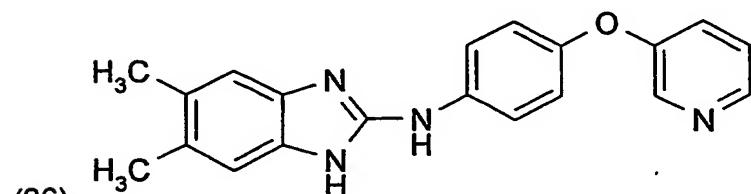
(4,5-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin



(5-Chlor-4-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin

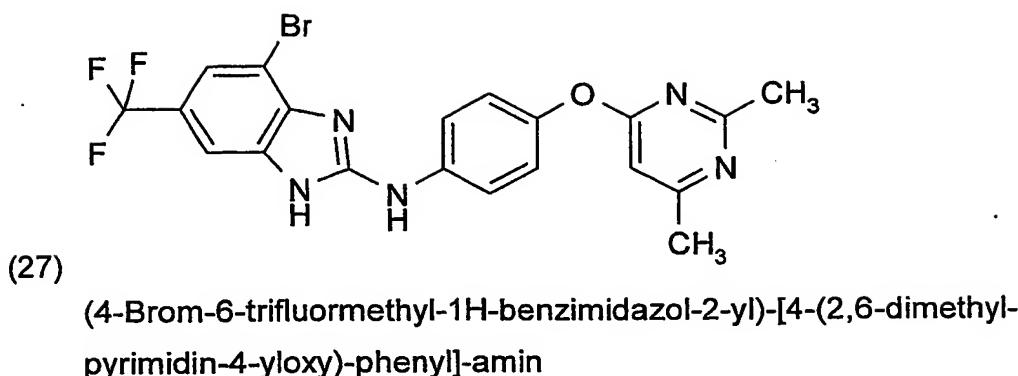


(4-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin

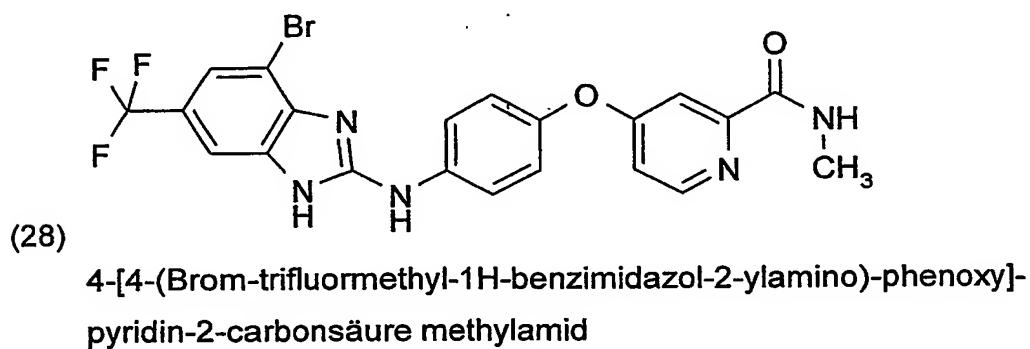


(5,6-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin

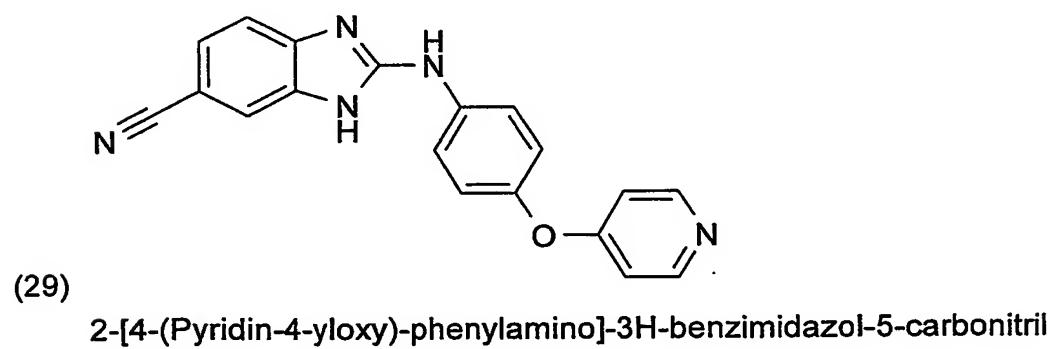
5



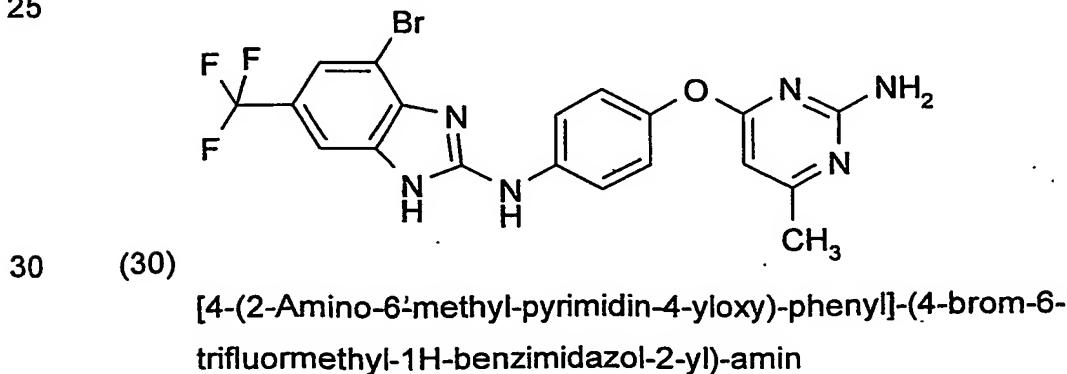
15

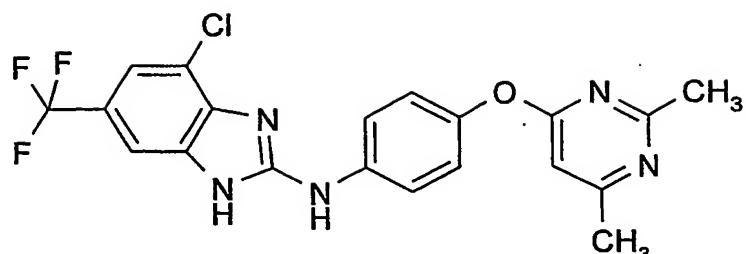


20

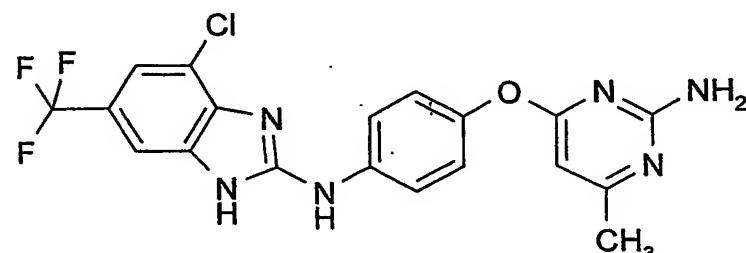


25

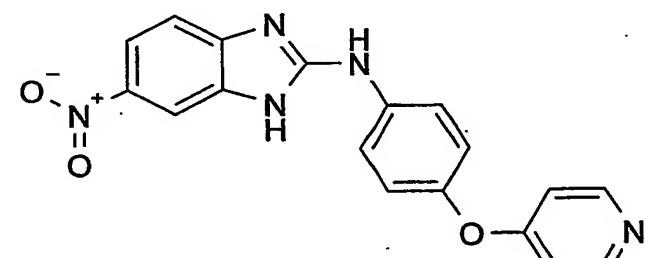




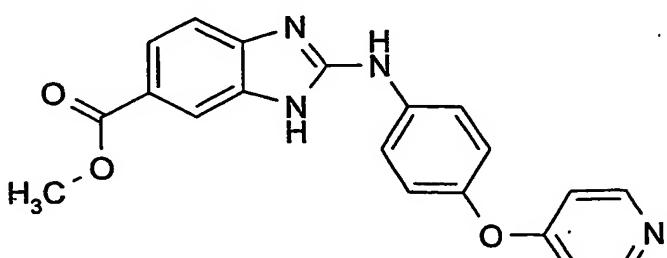
(4-Chloro-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(2,6-dimethyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-amin



[4-(2-Amino-6-methyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-chloro-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin



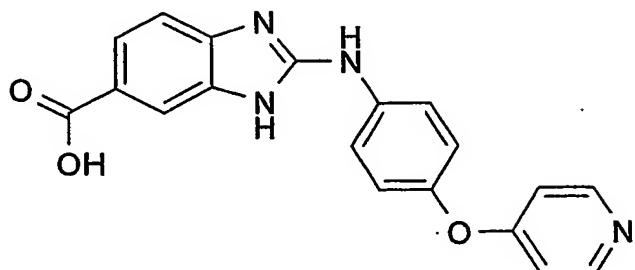
(6-Nitro-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin



2-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonsäure

methyl ester

5



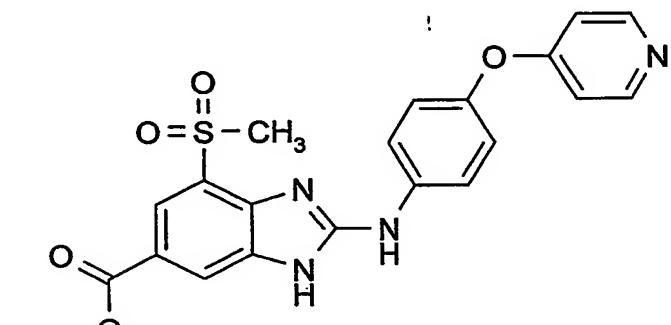
(35)

2-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonsäure

10

15

(36)

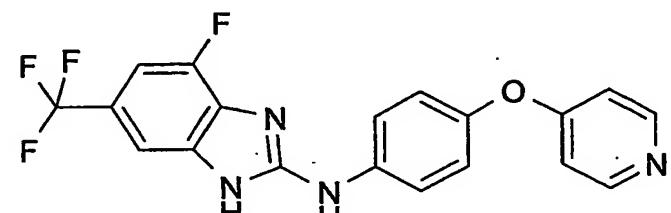


7-Methanesulfonyl-2-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonsäure methyl ester

20

25

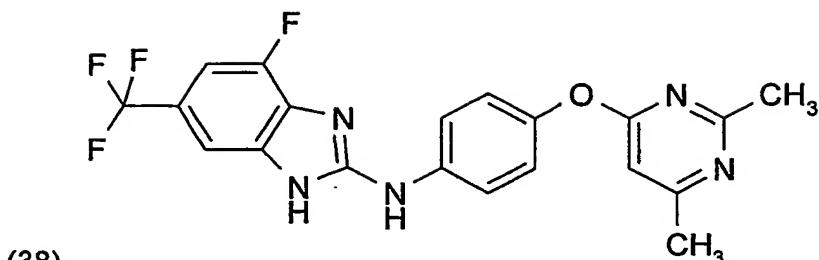
(37)



(4-Fluor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]amin

30

5



(38)

[4-(2,6-Dimethyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-fluor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-amin

15

(39)

[4-(2-Amino-6-methyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-fluor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-amin

20

(40)

4-{4-[6-(1-Thiophen-2-yl-methanoyl)-1H-benzimidazol-2-ylamino]-phenoxy}-pyridin-2-carbonsäure methylamid

25

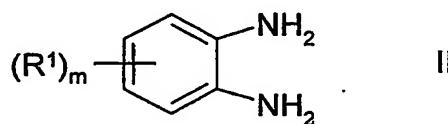
(41)

$N^2$ -[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenyl]-3H-benzimidazol-2,5-diamin

30

Gegenstand der Erfindung sind die Verbindungen der Formel I und ihre  
 Salze sowie ein Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I  
 nach den Ansprüchen 1-10 sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren  
 5 Derivate, Solvate und Stereoisomere, dadurch gekennzeichnet, daß man  
 eine Verbindung der Formel II

10

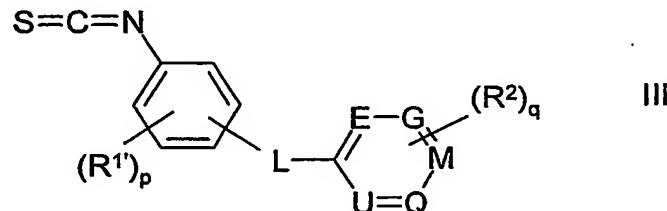


15

worin R<sup>1</sup> und m die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

mit einer Verbindung der Formel III

20



worin R<sup>1</sup>, L, E, G, M, Q, U, R<sup>2</sup> und q die vorstehend/nachstehend  
 angegebenen Bedeutungen haben,

25

umsetzt, gegebenfalls die erhaltene Verbindung der Formel I isoliert  
 und/oder eine Base oder Säure der Formel I in eines ihrer Salze  
 umwandelt.

30

Die erfindungsgemäßen Verbindungen und auch die Ausgangsstoffe zu  
 ihrer Herstellung werden im übrigen nach an sich bekannten Methoden  
 hergestellt, wie sie in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie

Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart) beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten

5 Gebrauch machen.

Die Ausgangsstoffe können, falls erwünscht, auch *in situ* gebildet werden, so daß man sie aus dem Reaktionsgemisch nicht isoliert, sondern sofort weiter zu den erfindungsgemäßen Verbindungen umsetzt.

10 Verbindungen der Formel I werden vorzugsweise erhalten, indem man Verbindungen der Formel II mit Verbindungen der Formel III umsetzt.

15 Die Umsetzung erfolgt in der Regel in einem inerten Lösungsmittel, in Gegenwart eines Kupplungsreagenzes wie z.B. N,N'-Diisopropylcarbodiimid.

20 Die Reaktionszeit liegt je nach den angewendeten Bedingungen zwischen einigen Minuten und 14 Tagen, die Reaktionstemperatur zwischen etwa 0° und 200°, normalerweise zwischen 20° und 150° und insbesondere zwischen 20° und 130°.

25 Als inerte Lösungsmittel eignen sich z.B. Kohlenwasserstoffe wie Hexan, Petrolether, Benzol, Toluol oder Xylol; chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Trichlorethylen, 1,2-Dichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform oder Dichlormethan; Alkohole wie Methanol, Ethanol, Isopropanol, n-Propanol, n-Butanol oder tert.-Butanol; Ether wie Diethylether, Diisopropylether, Tetrahydrofuran (THF) oder Dioxan; Glykolether wie Ethylenglykol-monomethyl- oder -monoethylether (Methylglykol oder Ethylglykol), Ethylenglykoldimethylether (Diglyme); Ketone wie Aceton oder Butanon; 30 Amide wie Acetamid, Dimethylacetamid oder Dimethylformamid (DMF); Nitrile wie Acetonitril; Sulfoxide wie Dimethylsulfoxid (DMSO); Schwefelkohlenstoff; Carbonsäuren wie Ameisensäure oder Essigsäure; Nitrover-

bindungen wie Nitromethan oder Nitrobenzol; Ester wie Ethylacetat oder Gemische der genannten Lösungsmittel.

Die Ausgangsverbindungen sind in der Regel bekannt. Sind sie neu, so können sie aber nach an sich bekannten Methoden hergestellt werden.

5 Die Thioisocyanate der Formel III werden vorzugsweise aus den entsprechenden Anilinderivaten durch Umsetzung mit beispielsweise 1,1'-thiocarbonyldiimidazol.

10 Eine Base der erfindungsgemäßen Verbindungen kann mit einer Säure in das zugehörige Säureadditionssalz übergeführt werden, beispielsweise durch Umsetzung äquivalenter Mengen der Base und der Säure in einem inerten Lösungsmittel wie Ethanol und anschließendes Eindampfen. Für diese Umsetzung kommen insbesondere Säuren in Frage, die physiologisch unbedenkliche Salze liefern. So können anorganische Säuren verwendet werden, z.B. Schwefelsäure, Salpetersäure, Halogenwasserstoffsäuren wie Chlorwasserstoffsäure oder Bromwasserstoffsäure, Phosphorsäuren wie Orthophosphorsäure, Sulfaminsäure, ferner organische Säuren, insbesondere aliphatische, alicyclische, araliphatische,

15 20 aromatische oder heterocyclische ein- oder mehrbasige Carbon-, Sulfon- oder Schwefelsäuren, z.B. Ameisensäure, Essigsäure, Trifluoressigsäure, Propionsäure, Pivalinsäure, Diethylessigsäure, Malonsäure, Bernstein- säure, Pimelinsäure, Fumarsäure, Maleinsäure, Milchsäure, Weinsäure, Äpfelsäure, Citronensäure, Gluconsäure, Ascorbinsäure, Nicotinsäure,

25 Isonicotinsäure, Methan- oder Ethansulfonsäure, Ethandisulfonsäure, 2-Hydroxyethansulfonsäure, Benzolsulfonsäure, p-Toluolsulfonsäure, Naphthalin-mono- und -disulfonsäuren, Laurylschwefelsäure. Salze mit physiologisch nicht unbedenklichen Säuren, z.B. Pikrate, können zur Isolierung und /oder Aufreinigung der erfindungsgemäßen Verbindungen verwendet werden.

30

Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung der Verbindungen und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze zur Herstellung eines Arzneimittels (pharmazeutische Zubereitung), insbesondere auf nicht-chemischem Wege. Hierbei können sie zusammen mit mindestens einem festen, flüssigen und/oder halbflüssigen Träger- oder Hilfsstoff und gegebenenfalls in Kombination mit einem oder mehreren weiteren Wirkstoffen in eine geeignete Dosierungsform gebracht werden.

Gegenstand der Erfindung sind ferner Arzneimittel, enthaltend mindestens eine erfindungsgemäße Verbindung und/oder ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, sowie gegebenenfalls Träger- und/oder Hilfsstoffe.

Pharmazeutische Formulierungen können in Form von Dosiseinheiten, die eine vorbestimmte Menge an Wirkstoff pro Dosiseinheit enthalten, dargereicht werden. Eine solche Einheit kann beispielsweise 0,5 mg bis 1 g, vorzugsweise 1 mg bis 700 mg, besonders bevorzugt 5 mg bis 100 mg einer erfindungsgemäßen Verbindung enthalten, je nach dem behandelten Krankheitszustand, dem Verabreichungsweg und dem Alter, Gewicht und Zustand des Patienten, oder pharmazeutische Formulierungen können in Form von Dosiseinheiten, die eine vorbestimmte Menge an Wirkstoff pro Dosiseinheit enthalten, dargereicht werden. Bevorzugte Dosierungseinheitsformulierungen sind solche, die eine Tagesdosis oder Teildosis, wie oben angegeben, oder einen entsprechenden Bruchteil davon eines Wirkstoffs enthalten. Weiterhin lassen sich solche pharmazeutischen Formulierungen mit einem der im pharmazeutischen Fachgebiet allgemein bekannten Verfahren herstellen.

Pharmazeutische Formulierungen lassen sich zur Verabreichung über einen beliebigen geeigneten Weg, beispielsweise auf oralem (einschließlich buccalem bzw. sublingualen), rektalem, nasalem,

topischem (einschließlich buccalem, sublingualem oder transdermalem), vaginalem oder parenteralem (einschließlich subkutanem, intramuskulärem, intravenösem oder intradermalem) Wege, anpassen.  
Solche Formulierungen können mit allen im pharmazeutischen Fachgebiet  
5 bekannten Verfahren hergestellt werden, indem beispielsweise der Wirkstoff mit dem bzw. den Trägerstoff(en) oder Hilfsstoff(en) zusammengebracht wird.

An die orale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen  
10 können als separate Einheiten, wie z.B. Kapseln oder Tabletten; Pulver oder Granulate; Lösungen oder Suspensionen in wäßrigen oder nichtwäßrigen Flüssigkeiten; eßbare Schäume oder Schaumspeisen; oder Öl-in-Wasser-Flüssigemulsionen oder Wasser-in-Öl-Flüssigemulsionen dargereicht werden.

15 So lässt sich beispielsweise bei der oralen Verabreichung in Form einer Tablette oder Kapsel die Wirkstoffkomponente mit einem oralen, nicht-toxischen und pharmazeutisch unbedenklichen inerten Trägerstoff, wie z.B. Ethanol, Glyzerin, Wasser u.ä. kombinieren. Pulver werden hergestellt, indem die Verbindung auf eine geeignete feine Größe zerkleinert und mit einem in ähnlicher Weise zerkleinerten pharmazeutischen Trägerstoff, wie z.B. einem eßbaren Kohlenhydrat wie beispielsweise Stärke oder Mannit vermischt wird. Ein Geschmacksstoff, Konservierungsmittel, Dispersionsmittel und Farbstoff können ebenfalls vorhanden sein.  
20  
25

Kapseln werden hergestellt, indem ein Pulvergemisch wie oben beschrieben hergestellt und geformte Gelatinehüllen damit gefüllt werden. Gleit- und Schmiermittel wie z.B. hochdisperse Kieselsäure, Talkum, Magnesiumstearat, Kalziumstearat oder Polyethylenglykol in Festform können dem Pulvergemisch vor dem Füllvorgang zugesetzt werden. Ein Sprengmittel oder Lösungsvermittler, wie z.B. Agar-Agar, Kalziumcarbonat oder Natriumcarbonat, kann ebenfalls zugesetzt werden, um die  
30

Verfügbarkeit des Medikaments nach Einnahme der Kapsel zu verbessern.

Außerdem können, falls gewünscht oder notwendig, geeignete Bindungs-,  
5 Schmier- und Sprengmittel sowie Farbstoffe ebenfalls in das Gemisch eingearbeitet werden. Zu den geeigneten Bindemitteln gehören Stärke, Gelatine, natürliche Zucker, wie z.B. Glukose oder Beta-Lactose, Süßstoffe aus Mais, natürliche und synthetische Gummi, wie z.B. Akazia, Tragant oder Natriumalginat, Carboxymethylzellulose, Polyethylenglykol, Wachse, u.ä. Zu den in diesen Dosierungsformen verwendeten Schmiermitteln gehören Natriumoleat, Natriumstearat, Magnesiumstearat, Natriumbenzoat, Natriumacetat, Natriumchlorid u.ä. Zu den Sprengmitteln gehören, ohne darauf beschränkt zu sein, Stärke, Methylzellulose, Agar, Bentonit, Xanthangummi u.ä. Die Tabletten werden formuliert, indem beispielsweise ein Pulvergemisch hergestellt, granuliert oder trocken-verpreßt wird, ein Schmiermittel und ein Sprengmittel zugegeben werden und das Ganze zu Tabletten verpreßt wird. Ein Pulvergemisch wird hergestellt, indem die in geeigneter Weise zerkleinerte Verbindung mit einem Verdünnungsmittel oder einer Base, wie oben beschrieben, und gegebenenfalls mit einem Bindemittel, wie z.B. Carboxymethylzellulose, einem Alginat, Gelatine oder Polyvinylpyrrolidon, einem Lösungsverlangamer, wie z.B. Paraffin, einem Resorptionsbeschleuniger, wie z.B. einem quaternären Salz und/oder einem Absorptionsmittel, wie z.B. Bentonit, Kaolin oder Dikalziumphosphat, vermischt wird. Das Pulvergemisch lässt sich granulieren, indem es mit einem Bindemittel, wie z.B. Sirup, Stärke-paste, Acadia-Schleim oder Lösungen aus Zellulose- oder Polymer-materialen benetzt und durch ein Sieb gepreßt wird. Als Alternative zur Granulierung kann man das Pulvergemisch durch eine Tablettiermaschine laufen lassen, wobei ungleichmäßig geformte Klumpen entstehen, die in Granulate aufgebrochen werden. Die Granulate können mittels Zugabe von Stearinäure, einem Stearatsalz, Talkum oder Mineralöl gefettet werden, um ein Kleben an den Tablettengußformen zu verhindern. Das

gefettete Gemisch wird dann zu Tabletten verpreßt. Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch mit einem freifließenden inerten Trägerstoff kombiniert und dann ohne Durchführung der Granulierungs- oder Trockenverpressungsschritte direkt zu Tabletten verpreßt werden.

5 Eine durchsichtige oder undurchsichtige Schutzschicht, bestehend aus einer Versiegelung aus Schellack, einer Schicht aus Zucker oder Polymermaterial und einer Glanzschicht aus Wachs, kann vorhanden sein. Diese Beschichtungen können Farbstoffe zugesetzt werden, um zwischen unterschiedlichen Dosierungseinheiten unterscheiden zu können.

10 Orale Flüssigkeiten, wie z.B. Lösung, Sirupe und Elixiere, können in Form von Dosierungseinheiten hergestellt werden, so daß eine gegebene Quantität eine vorgegebene Menge der Verbindung enthält. Sirupe lassen sich herstellen, indem die Verbindung in einer wäßrigen Lösung mit geeignetem Geschmack gelöst wird, während Elixiere unter Verwendung eines nichttoxischen alkoholischen Vehikels hergestellt werden.

15 Suspensionen können durch Dispersion der Verbindung in einem nicht-toxischen Vehikel formuliert werden. Lösungsvermittler und Emulgiermittel, wie z.B. ethoxylierte Isostearylalkohole und Polyoxyethylensorbitolether, 20 Konservierungsmittel, Geschmackszusätze, wie z.B. Pfefferminzöl oder natürliche Süßstoffe oder Saccharin oder andere künstliche Süßstoffe, u.ä. können ebenfalls zugegeben werden.

25 Die Dosierungseinheitsformulierungen für die orale Verabreichung können gegebenenfalls in Mikrokapseln eingeschlossen werden. Die Formulierung läßt sich auch so herstellen, daß die Freisetzung verlängert oder retardiert wird, wie beispielsweise durch Beschichtung oder Einbettung von partikulärem Material in Polymere, Wachs u.ä.

30 Die erfindungsgemäßen Verbindungen sowie Salze, Solvate und physiologisch funktionelle Derivate davon lassen sich auch in Form von Liposomenzuführsystemen, wie z.B. kleinen unilamellaren Vesikeln,

großen unilamellaren Vesikeln und multilamellaren Vesikeln, verabreichen.  
Liposomen können aus verschiedenen Phospholipiden, wie z.B.  
Cholesterin, Stearylamin oder Phosphatidylcholinen, gebildet werden.

5 Die erfindungsgemäßen Verbindungen sowie die Salze, Solvate und physiologisch funktionellen Derivate davon können auch unter Verwendung monoklonaler Antikörper als individuelle Träger, an die die Verbindungsmoleküle gekoppelt werden, zugeführt werden. Die Verbindungen können auch mit löslichen Polymeren als zielgerichtete Arzneistoffträger gekoppelt werden. Solche Polymere können Polyvinylpyrrolidon, Pyran-Copolymer, Polyhydroxypropylmethacrylamidphenol, Polyhydroxyethylaspartamidphenol oder Polyethylenoxidpolylysin, substituiert mit Palmitoylresten, umfassen. Weiterhin können die Verbindungen an eine Klasse von biologisch abbaubaren Polymeren, die zur Erzielung einer kontrollierten Freisetzung eines Arzneistoffs geeignet sind, z.B. Polymilchsäure, Polyepsilon-Caprolacton, Polyhydroxybuttersäure, Polyorthoester, Polyacetale, Polydihydroxypyran, Polycano-acrylate und quervernetzte oder amphipatische Blockcopolymere von Hydrogelen, gekoppelt sein.

10

15

20 An die transdermale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen können als eigenständige Pflaster für längeren, engen Kontakt mit der Epidermis des Empfängers dargebracht werden. So kann beispielsweise der Wirkstoff aus dem Pflaster mittels Iontophorese zugeführt werden, wie in Pharmaceutical Research, 3(6), 318 (1986) allgemein beschrieben.

25

30 An die topische Verabreichung angepaßte pharmazeutische Verbindungen können als Salben, Cremes, Suspensionen, Lotionen, Pulver, Lösungen, Pasten, Gele, Sprays, Aerosole oder Öle formuliert sein.

Für Behandlungen des Auges oder anderer äußerer Gewebe, z.B. Mund und Haut, werden die Formulierungen vorzugsweise als topische Salbe oder Creme appliziert. Bei Formulierung zu einer Salbe kann der Wirkstoff entweder mit einer paraffinischen oder einer mit Wasser mischbaren Cremebasis eingesetzt werden. Alternativ kann der Wirkstoff zu einer Creme mit einer Öl-in-Wasser-Cremebasis oder einer Wasser-in-Öl-Basis formuliert werden.

5

Zu den an die topische Applikation am Auge angepaßten pharmazeutischen Formulierungen gehören Augentropfen, wobei der Wirkstoff in einem geeigneten Träger, insbesondere einem wäßrigen Lösungsmittel, gelöst oder suspendiert ist.

10

An die topische Applikation im Mund angepaßte pharmazeutische Formulierungen umfassen Lutschtabletten, Pastillen und Mundspülmittel.

15

An die rektale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen können in Form von Zäpfchen oder Einläufen dargereicht werden.

20

An die nasale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen, in denen die Trägersubstanz ein Feststoff ist, enthalten ein grobes Pulver mit einer Teilchengröße beispielsweise im Bereich von 20-500 Mikrometern, das in der Art und Weise, wie Schnupftabak aufgenommen wird, verabreicht wird, d.h. durch Schnellinhalaion über die

25 Nasenwege aus einem dicht an die Nase gehaltenen Behälter mit dem Pulver. Geeignete Formulierungen zur Verabreichung als Nasenspray oder Nasentropfen mit einer Flüssigkeit als Trägersubstanz umfassen Wirkstofflösungen in Wasser oder Öl.

30 An die Verabreichung durch Inhalation angepaßte pharmazeutische Formulierungen umfassen feinpartikuläre Stäube oder Nebel, die mittels

verschiedener Arten von unter Druck stehenden Dosierspendern mit Aerosolen, Verneblern oder Insufflatoren erzeugt werden können.

An die vaginale Verabreichung angepaßte pharmazeutische

5 Formulierungen können als Pessare, Tampons, Cremes, Gele, Pasten, Schäume oder Sprayformulierungen dargereicht werden.

Zu den an die parenterale Verabreichung angepaßten pharmazeutischen Formulierungen gehören wäßrige und nichtwäßrige sterile Injektions-

10 lösungen, die Antioxidantien, Puffer, Bakteriostatika und Solute, durch die die Formulierung isotonisch mit dem Blut des zu behandelnden Empfängers gemacht wird, enthalten; sowie wäßrige und nichtwäßrige sterile Suspensionen, die Suspensionsmittel und Verdicker enthalten können. Die Formulierungen können in Einzeldosis- oder Mehrfach-  
15 dosisbehältern, z.B. versiegelten Ampullen und Fläschchen, dargereicht und in gefriergetrocknetem (lyophilisiertem) Zustand gelagert werden, so daß nur die Zugabe der sterilen Trägerflüssigkeit, z.B. Wasser für Injektionszwecke, unmittelbar vor Gebrauch erforderlich ist.

Rezepturmäßig hergestellte Injektionslösungen und Suspensionen können  
20 aus sterilen Pulvern, Granulaten und Tabletten hergestellt werden.

Es versteht sich, daß die Formulierungen neben den obigen besonders erwähnten Bestandteilen andere im Fachgebiet übliche Mittel mit Bezug auf die jeweilige Art der Formulierung enthalten können; so können

25 beispielsweise für die orale Verabreichung geeignete Formulierungen Geschmacksstoffe enthalten.

Eine therapeutisch wirksame Menge einer Verbindung der vorliegenden Erfindung hängt von einer Reihe von Faktoren ab, einschließlich z.B. dem

30 Alter und Gewicht des Tiers, dem exakten Krankheitszustand, der der Behandlung bedarf, sowie seines Schweregrads, der Beschaffenheit der Formulierung sowie dem Verabreichungsweg, und wird letztendlich von

dem behandelnden Arzt bzw. Tierarzt festgelegt. Jedoch liegt eine wirkliche Menge einer erfindungsgemäßen Verbindung für die Behandlung von neoplastischem Wachstum, z.B. Dickdarm- oder Brustkarzinom, im allgemeinen im Bereich von 0,1 bis 100 mg/kg Körpergewicht des

5 Empfängers (Säugers) pro Tag und besonders typisch im Bereich von 1 bis 10 mg/kg Körpergewicht pro Tag. Somit läge für einen 70 kg schweren erwachsenen Säuger die tatsächliche Menge pro Tag für gewöhnlich zwischen 70 und 700 mg, wobei diese Menge als Einzeldosis pro Tag oder 10 üblicher in einer Reihe von Teildosen (wie z.B. zwei, drei, vier, fünf oder sechs) pro Tag gegeben werden kann, so daß die Gesamttdagesdosis die gleiche ist. Eine wirksame Menge eines Salzes oder Solvats oder eines physiologisch funktionellen Derivats davon kann als Anteil der wirksamen 15 Menge der erfindungsgemäßen Verbindung *per se* bestimmt werden. Es läßt sich annehmen, daß ähnliche Dosierungen für die Behandlung der anderen, obenerwähnten Krankheitszustände geeignet sind.

Gegenstand der Erfindung sind ferner Arzneimittel enthaltend mindestens eine erfindungsgemäße Verbindung und/oder ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren 20 Mischungen in allen Verhältnissen, und mindestens einen weiteren Arzneimittelwirkstoff.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Set (Kit), bestehend aus getrennten Packungen von

25 (a) einer wirksamen Menge an einer erfindungsgemäßen Verbindung und/oder ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen,  
und  
30 (b) einer wirksamen Menge eines weiteren Arzneimittelwirkstoffs.

Das Set enthält geeignete Behälter, wie Schachteln oder Kartons, individuelle Flaschen, Beutel oder Ampullen. Das Set kann z.B. separate Ampullen enthalten, in denen jeweils eine wirksame Menge an einer erfindungsgemäßen Verbindung und/oder ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, und einer wirksamen Menge eines weiteren Arzneimittelwirkstoffs gelöst oder in lyophylisierter Form vorliegt.

## 10 **Verwendung**

Die vorliegenden Verbindungen eignen sich als pharmazeutische Wirkstoffe für Säugetiere, insbesondere für den Menschen, bei der Behandlung von tyrosinkinasebedingten Krankheiten. Zu diesen Krankheiten zählen die Proliferation von Tumorzellen, die pathologische Gefäßneubildung (oder Angiogenese), die das Wachstum fester Tumoren fördert, die Gefäßneubildung im Auge (diabetische Retinopathie, altersbedingte Makula-Degeneration und dergleichen) sowie Entzündung (Schuppenflechte, rheumatoide Arthritis und dergleichen).

20 Die vorliegende Erfindung umfasst die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung von Krebs. Bevorzugte Karzinome für die Behandlung stammen aus der Gruppe Hirnkarzinom, Urogenitaltraktkarzinom, Karzinom des lymphatischen Systems, Magenkarzinom, Kehlkopfkarzinom und Lungenkarzinom. Eine weitere Gruppe bevorzugter Krebsformen sind Monozytenleukämie, Lungenadenokarzinom, kleinzellige Lungenkarzinome, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Glioblastome und Brustkarzinom.

25 Ebensfalls umfasst ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch

unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung einer Krankheit, an der Angiogenese beteiligt ist.

Eine derartige Krankheit, an der Angiogenese beteiligt ist, ist eine

5 Augenkrankheit, wie Retina-Vaskularisierung, diabetische Retinopathie, altersbedingte Makula-Degeneration und dergleichen.

Die Verwendung von erfindungsgemäßen Verbindungen nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung von

10 Entzündungskrankheiten, fällt ebenfalls unter den Umfang der vorliegenden Erfindung. Zu solchen Entzündungskrankheiten zählen zum Beispiel rheumatoide Arthritis, Schuppenflechte, Kontaktdermatitis, Spät-Typ der Überempfindlichkeitsreaktion und dergleichen.

Ebenfalls umfasst ist die Verwendung derverfindungsgemäßen 15 Verbindungen nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung einer tyrosinkinasebedingten Krankheit bzw. eines tyrosinkinasebedingten Leidens bei einem Säugetier, wobei man diesem Verfahren einem kranken Säugetier, das einer derartigen Behandlung 20 bedarf, eine therapeutisch wirksame Menge einer erfindungsgemäßen Verbindung verabreicht. Die therapeutische Menge hängt von der jeweiligen Krankheit ab und kann vom Fachmann ohne allen großen Aufwand bestimmt werden.

Die vorliegende Erfindung umfasst auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch 25 unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung von Retina-Vaskularisierung.

Verfahren zur Behandlung oder Vorbeugung von Augenkrankheiten wie diabetischer Retinopathie und altersbedingter Makula-Degeneration sind 30 ebenfalls ein Bestandteil der Erfindung. Die Verwendung zur Behandlung oder Vorbeugung von Entzündungskrankheiten wie rheumatoider Arthritis, Schuppenflechte, Kontaktdermatitis und Spät-Typen der Überempfindlich-

keitsreaktion, sowie die Behandlung oder Vorbeugung von Knochen-Pathologien aus der Gruppe Osteosarkom, Osteoarthritis und Rachitis, fällt ebenfalls unter den Umfang der vorliegenden Erfindung.

Der Ausdruck „tyrosinkinasebedingte Krankheiten oder Leiden“ bezieht sich auf pathologische Zustände, die von der Aktivität einer oder mehrerer Tyrosinkinasen abhängig sind. Die Tyrosinkinasen sind entweder direkt oder indirekt an den Signaltransduktionswegen verschiedener Zellaktivitäten, darunter Proliferation, Adhäsion und Migration sowie Differenzierung beteiligt. Zu den Krankheiten, die mit Tyrosinkinaseaktivität assoziiert sind, zählen die Proliferation von Tumorzellen, die pathologische Gefäßneubildung, die das Wachstum fester Tumore fördert, Gefäßneubildung im Auge (diabetische Retinopathie, altersbedingte Makula-Degeneration und dergleichen) sowie Entzündung (Schuppenflechte, rheumatoide Arthritis und dergleichen).

15 Die erfindungsgemäßen Verbindungen nach Anspruch 1 können an Patienten zur Behandlung von Krebs verabreicht werden. Die vorliegenden Verbindungen hemmen die Tumorangiogenese und beeinflussen so das Wachstum von Tumoren (J. Rak et al. *Cancer Research*, 55:4575-4580, 20 1995). Die angiogenesehemmenden Eigenschaften der vorliegenden Verbindungen nach Anspruch 1 eignen sich auch zur Behandlung bestimmter Formen von Blindheit, die mit Retina-Gefäßneubildung in Zusammenhang stehen.

25 Die Verbindungen nach Anspruch 1 eignen sich auch zur Behandlung bestimmter Knochen-Pathologien wie Osteosarkom, Osteoarthritis und Rachitis, die auch unter der Bezeichnung onkogene Osteomalazie bekannt ist (Hasegawa et al., *Skeletal Radiol.* 28, S.41-45, 1999; Gerber et al., *Nature Medicine*, Bd. 5, Nr. 6, S.623-628, Juni 1999). Da der VEGF durch den in reifen Osteoklasten exprimierten KDR/Flik-1 direkt die 30 osteoklastische Knochenresorption fördert (FEBS Let. 473:161-164 (2000); *Endocrinology*, 141:1667 (2000)), eignen sich die vorliegenden Verbindungen auch zur Behandlung und Vorbeugung von Leiden, die mit

Knochenresorption in Zusammenhang stehen, wie Osteoporose und Morbus Paget.

Die Verbindungen können dadurch, dass sie zerebrale Ödeme, Gewebeschädigung und ischämiebedingte Reperfusionsverletzungen

5 reduzieren, auch zur Verringerung oder Vorbeugung von Gewebeschäden, die nach zerebralen ischämischen Ereignissen wie Gehirnschlag auftreten, verwendet werden (*Drug News Perspect* 11:265-270 (1998); *J. Clin. Invest.* 104:1613-1620 (1999)).

10 Gegenstand der Erfindung ist somit die Verwendung von Verbindungen nach Anspruch 1, sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, bei denen die Hemmung, Regulierung und/oder Modulation 15 der Signaltransduktion von Kinasen eine Rolle spielt.

Bevorzugt sind hierbei Kinasen ausgewählt aus der Gruppe der Tyrosinkinasen und Raf-Kinasen.

20 Vorzugsweise handelt es sich bei den Tyrosinkinasen um TIE-2.

Bevorzugt ist die Verwendung von Verbindungen gemäß Anspruch 1, sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, 25 zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Inhibierung der Tyrosinkinasen durch die Verbindungen nach Anspruch 1 beeinflußt werden.

30 Besonders bevorzugt ist die Verwendung zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Inhibierung von TIE-2 durch die Verbindungen nach Anspruch 1 beeinflußt werden.

Insbesondere bevorzugt ist die Verwendung zur Behandlung einer Krankheit, wobei die Krankheit ein fester Tumor ist.

Der feste Tumor ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe

5 Gehirntumor, Tumor des Urogenitaltrakts, Tumor des lymphatischen Systems, Magentumor, Kehlkopftumor und Lungentumor.

Der feste Tumor ist weiterhin vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe

Monozytenleukämie, Lungenadenokarzinom, kleinzellige

10 Lungenkarzinome, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Glioblastome und Brustkarzinom.

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen zur Behandlung einer Krankheit, an der

15 Angiogenese beteiligt ist.

Vorzugsweise handelt es sich bei der Krankheit um eine Augenkrankheit.

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung zur Behandlung

20 von Retina-Vaskularisierung, diabetischer Retinopathie, altersbedingter Makula-Degeneration und/oder Entzündungskrankheiten.

Die Entzündungskrankheit ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe rheumatoide Arthritis, Schuppenflechte, Kontaktdermatitis und Spät-Typ

25 der Überempfindlichkeitsreaktion stammt.

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen zur Behandlung von Knochen-Pathologien, wobei die Knochenpathologie aus der Gruppe Osteosarkom, Osteoarthritis und

30 Rachitis stammt.

Die Verbindungen nach Anspruch 1 eignen sich zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Raf-Kinasen verursacht, vermittelt und/oder propagiert werden, wobei die Raf-Kinase aus der Gruppe bestehend aus A-Raf, B-Raf und Raf-1 ausgewählt wird.

5 Bevorzugt ist die Verwendung zur Behandlung von Erkrankungen, vorzugsweise aus der Gruppe der hyperproliferativen und nicht hyperproliferativen Erkrankungen.

Hierbei handelt es sich um Krebserkrankungen oder nicht krebsartige Erkrankungen.

10 Die nicht krebsartigen Erkrankungen sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Psoriasis, Arthritis; Entzündungen, Endometriose, Vernarbung, gutartiger Prostatahyperplasie, immunologischer Krankheiten, Autoimmunkrankheiten und Immunschwächekrankheiten.

15 Die krebsartigen Erkrankungen sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Hirnkrebs, Lungenkrebs, Plattenepithelkrebs, Blasenkrebs, Magenkrebs, Pankreaskrebs, Leberkrebs, Nierenkrebs, Kolorektalkrebs, Brustkrebs, Kopfkrebs, Halskrebs, Ösophaguskrebs, gynäkologischem Krebs, Schilddrüsenkrebs, Lymphom, chronischer Leukämie und akuter  
20 Leukämie.

25 Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch gemeinsam mit anderen gut bekannten Therapeutika, die aufgrund ihrer jeweiligen Eignung für das behandelte Leiden ausgewählt werden, verabreicht werden. So wären zum Beispiel bei Knochenleiden Kombinationen günstig, die antiresorptiv wirkende Bisphosphonate, wie Alendronat und Risedronat, Integrinblocker (wie sie weiter unten definiert werden), wie av $\beta$ 3-Antagonisten, bei der Hormontherapie verwendete konjugierte  
30 Östrogene wie Prempro®, Premarin® und Endometrin®; selektive Östrogenrezeptormodulatoren (SERMs) wie Raloxifen, Droloxifen, CP-336,156 (Pfizer) und Lasofoxifen, Kathepsin-K-Hemmer und ATP-Protonenpumpenhemmer enthalten.

Die vorliegenden Verbindungen eignen sich auch zur Kombination mit bekannten Antikrebsmitteln. Zu diesen bekannten Antikrebsmitteln zählen die folgenden: Östrogenrezeptormodulatoren, Androgenrezeptormodulatoren, Retinoidrezeptormodulatoren, Zytotoxika, antiproliferative Mittel, Prenyl-Proteintransferasehemmer, HMG-CoA-Reduktase-Hemmer, HIV-Protease-Hemmer, Reverse-Transkriptase-Hemmer sowie weitere Angiogenesehemmer. Die vorliegenden Verbindungen eignen sich insbesondere zur gemeinsamen Anwendung mit Radiotherapie. Die synergistischen Wirkungen der Hemmung des VEGF in Kombination mit Radiotherapie sind in der Fachwelt beschrieben worden (siehe WO 00/61186).

„Östrogenrezeptormodulatoren“ bezieht sich auf Verbindungen, die die Bindung von Östrogen an den Rezeptor stören oder diese hemmen, und zwar unabhängig davon, wie dies geschieht. Zu den Östrogenrezeptormodulatoren zählen zum Beispiel Tamoxifen, Raloxifen, Idoxifen, LY353381, LY 117081, Toremifен, Fulvestrant, 4-[7-(2,2-Dimethyl-1-oxopropoxy-4-methyl-2-[4-[2-(1-piperidinyl)ethoxy]phenyl]-2H-1-benzopyran-3-yl]phenyl-2,2-dimethylpropanoat, 4,4'-Dihydroxybenzophenon-2,4-dinitrophenylhydrazon und SH646, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

„Androgenrezeptormodulatoren“ bezieht sich auf Verbindungen, die die Bindung von Androgenen an den Rezeptor stören oder diese hemmen, und zwar unabhängig davon, wie dies geschieht. Zu den Androgenrezeptormodulatoren zählen zum Beispiel Finasterid und andere 5 $\alpha$ -Reduktase-Hemmer, Nilutamid, Flutamid, Bicalutamid, Liarozol und Abirateron-acetat.

„Retinoidrezeptormodulatoren“ bezieht sich auf Verbindungen, die die Bindung von Retinoiden an den Rezeptor stören oder diese hemmen, und zwar unabhängig davon, wie dies geschieht. Zu solchen Retinoidrezeptormodulatoren zählen zum Beispiel Bexaroten, Tretinoïn, 13-cis-Retinsäure, 9-cis-Retinsäure,  $\alpha$ -Difluormethylornithin, ILX23-7553, trans-N-(4'-Hydroxyphenyl)retinamid und N-4-Carboxyphenylretinamid.

„Zytotoxika“ bezieht sich auf Verbindungen, die in erster Linie durch direkte Einwirkung auf die Zellfunktion zum Zelltod führen oder die die Zellmyose hemmen oder diese stören, darunter Alkylierungsmittel, Tumornekrosefaktoren, interkaliernde Mittel, Mikrotubulin-Hemmer und Topoisomerase-

5 Hemmer.

Zu den Zytotoxika zählen zum Beispiel Tirapazimin, Serteneft, Cachectin,

Ifosfamid, Tasonermin, Lonidamin, Carboplatin, Altretamin, Prednimustin,

Dibromdulcit, Ranimustin, Fotemustin, Nedaplatin, Oxaliplatin,

Temozolomid, Heptaplatin, Estramustin, Imrosulfan-tosylat, Trofosfamid,

10 Nimustin, Dibrospidium-chlorid, Pumitepa, Lobaplatin, Satraplatin,

Profiromycin, Cisplatin, Irofulven, Dexifosfamid, cis-Amindichlor(2-

methylpyridin)platin, Benzylguanin, Glufosfamid, GPX100,

(trans,trans,trans)-bis-mu-(hexan-1,6-diamin)-mu-[diamin-

platin(II)]bis[diamin(chlor)platin(II)]-tetrachlorid, Diarizidinylspermin,

15 Arsentrioxid, 1-(11-Dodecylamino-10-hydroxyundecyl)-3,7-dimethylxanthin,

Zorubicin, Idarubicin, Daunorubicin, Bisantren, Mitoxantron, Pirarubicin,

Pinafid, Valrubicin, Amrubicin, Antineoplaston, 3'-Desamino-3'-morpholino-

13-desoxo-10-hydroxycarminomycin, Annamycin, Galarubicin, Elinafid,

20 MEN10755 und 4-Desmethoxy-3-desamino-3-aziridinyl-4-methylsulfonyl-

daunorubicin (siehe WO 00/50032), was jedoch keine Einschränkung

darstellen soll.

Zu den Mikrotubulin-Hemmern zählen zum Beispiel Paclitaxel, Vindesinsulfat,

3',4'-Dideshydro-4'-desoxy-8'-norvincaleukoblastin, Docetaxol,

Rhizoxin, Dolastatin, Mivobulin-isethionat, Auristatin, Cemadotin,

25 RPR109881, BMS184476, Vinflunin, Cryptophycin, 2,3,4,5,6-pentafluor-N-

(3-fluor-4-methoxyphenyl)benzolsulfonamid, Anhydrovinblastin, N,N-

dimethyl-L-valyl-L-valyl-N-methyl-L-valyl-L-prolyl-L-prolin-t-butylamid,

TDX258 und BMS188797.

Topoisomerase-Hemmer sind zum Beispiel Topotecan, Hycaptamin,

30 Irinotecan, Rubitecan, 6-Ethoxypropionyl-3';4'-O-exo-benzyliden-

chartreusin, 9-Methoxy-N,N-dimethyl-5-nitropyrazolo[3,4,5-kl]acridin-2-

(6H)propanamin, 1-Amino-9-ethyl-5-fluor-2,3-dihydro-9-hydroxy-4-methyl-

1H,12H-benzo[de]pyrano[3',4':b,7]indolizino[1,2b]chinolin-10,13(9H,15H)-dion, Lurtotecan, 7-[2-(N-Isopropylamino)ethyl]-(20S)camptothecin,

BNP1350, BNPI1100, BN80915, BN80942, Etoposid-phosphat, Teniposid, Sobuzoxan, 2'-Dimethylamino-2'-desoxy-etoposid, GL331, N-[2-

5 (Dimethylamino)ethyl]-9-hydroxy-5,6-dimethyl-6H-pyrido[4,3-b]carbazol-1-carboxamid, Asulacrin, (5a,5aB,8aa,9b)-9-[2-[N-[2-(Dimethylamino)ethyl]-N-methylamino]ethyl]-5-[4-hydroxy-3,5-dimethoxyphenyl]-5,5a,6,8,8a,9-hexohydrofuro(3',4':6,7)naphtho(2,3-d)-1,3-dioxol-6-on, 2,3-(Methylenedioxy)-5-methyl-7-hydroxy-8-methoxybenzo[c]phenanthridinium,

10 6,9-Bis[(2-aminoethyl)amino]benzo[g]isoquinolin-5,10-dion, 5-(3-Aminopropylamino)-7,10-dihydroxy-2-(2-hydroxyethylaminomethyl)-6H-pyrazolo[4,5,1-de]acridin-6-on, N-[1-[2(Diethylamino)ethylamino]-7-methoxy-9-oxo-9H-thioxanthan-4-ylmethyl]formamid, N-(2-(Dimethylamino)-ethyl)acridin-4-carboxamid, 6-[[2-(Dimethylamino)-ethyl]amino]-3-hydroxy-7H-indeno[2,1-c]chinolin-7-on und Dimesna.

15 Zu den „antiproliferativen Mitteln“ zählen Antisense-RNA- und -DNA-Oligonucleotide wie G3139, ODN698, RVASKRAS, GEM231 und INX3001, sowie Antimetaboliten wie Enocitabin, Carmofur, Tegafur, Pentostatin, Doxifluridin, Trimetrexat, Fludarabin, Capecitabin, Galocitabin, 20 Cytarabin-ocfosfat, Fosteabin-Natriumhydrat, Raltitrexed, Paltitrexid, Emitefur, Tiazofurin, Decitabin, Nolatrexed, Pemetrexed, Nelzarabin, 2'-Desoxy-2'-methylidencytidin, 2'-Fluormethylen-2'-desoxycytidin, N-[5-(2,3-Dihydrobenzofuryl)sulfonyl]-N'-(3,4-dichlorphenyl)harnstoff, N6-[4-Desoxy-4-[N2-[2(E),4(E)-tetradecadienoyl]glycylamino]-L-glycero-B-L-manno-

25 heptopyranosyl]adenin, Aplidin, Ecteinascidin, Troxacitabine, 4-[2-Amino-4-oxo-4,6,7,8-tetrahydro-3H-pyrimidino[5,4-b][1,4]thiazin-6-yl-(S)-ethyl]-2,5-thienoyl-L-glutaminsäure, Aminopterin, 5-Flourouracil, Alanosin, 11-Acetyl-8-(carbamoyloxymethyl)-4-formyl-6-methoxy-14-oxa-1,11-diaza-tetracyclo(7.4.1.0.0)-tetradeca-2,4,6-trien-9-ylessigsäureester, Swainsonin,

30 Lometrexol, Dexrazoxan, Methioninase, 2'-cyan-2'-desoxy-N4-palmitoyl-1-B-D-Arabinofuranosylcytosin und 3-Aminopyridin-2-carboxaldehyd-thiosemicarbazon. Die „antiproliferativen Mittel“ beinhalten auch andere

monoklonale Antikörper gegen Wachstumsfaktoren als bereits unter den „Angiogenese-Hemmern“ angeführt wurden, wie Trastuzumab, sowie Tumorsuppressorgene, wie p53, die über rekombinanen virusvermittelten Gentransfer abgegeben werden können (siehe z.B. US-Patent Nr.

5 6,069,134).

Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, wobei die Krankheit durch gestörte

10 Angiogenese gekennzeichnet ist. Bei der Krankheit handelt es sich vorzugsweise um Krebserkrankungen.

Die gestörte Angiogenese resultiert vorzugsweise aus einer gestörten VEGFR-1-, VEGFR-2- und/oder VEGFR-3-Aktivität.

Besonders bevorzugt ist daher auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen zur Herstellung eines Arzneimittels zur Inhibierung der VEGFR-2-Aktivität.

### Assays

20 Die in den Beispielen beschriebenen erfindungsgemäßen Verbindungen wurden in den unten beschriebenen Assays geprüft, und es wurde gefunden, dass sie eine kinasehemmende Wirkung aufweisen. Weitere Assays sind aus der Literatur bekannt und könnten vom Fachmann leicht durchgeführt werden (siehe z.B. Dhanabal et al., *Cancer Res.* 59:189-197; Xin et al., *J. Biol. Chem.* 274:9116-9121; Sheu et al., *Anticancer Res.* 18:4435-4441; Ausprunk et al., *Dev. Biol.* 38:237-248; Gimbrone et al., *J. Natl. Cancer Inst.* 52:413-427; Nicosia et al., *In Vitro* 18:538- 549).

#### VEGF-Rezeptorkinase-Assay

Die VEGF-Rezeptorkinaseaktivität wird durch Einbau von radioaktiv markiertem Phosphat in 4:1 Polyglutaminsäure/Tyrosin-Substrat (pEY) bestimmt. Das phosphorylierte pEY-Produkt wird auf einer Filtermembran

festgehalten, und der Einbau des radioaktiv markierten Phosphats wird durch Szintillationszählung quantitativ bestimmt.

## Materialien

5

### VEGF-Rezeptorkinase

Die intrazelluläre-Tyrosinkinase-Domänen des menschlichen KDR (Terman, B. I. et al. Oncogene (1991) Bd. 6, S. 1677-1683.) und Flt-1 (Shibuya, M. et al. Oncogene (1990) Bd. 5, S. 519-524) wurden als 10 Glutathion-S-transferase (GST)-Genfusionsproteine kloniert. Dies geschah durch Klonieren der Zytoszoma-Domäne der KDR-Kinase als leserastergerechte Fusion am Carboxy-Terminus des GST-Gens. Die löslichen rekombinanten GST-Kinasedomäne-Fusionsproteine wurden in *Spodoptera frugiperda* (Sf21) Insektenzellen (Invitrogen) unter 15 Verwendung eines Baculovirus-Expressionsvektors (pAcG2T, Pharmingen) exprimiert.

### Lysepuffer

50 mM Tris pH 7,4, 0,5 M NaCl, 5 mM DTT, 1 mM EDTA, 0,5% Triton X-100, 10% Glycerin, je 10 mg/ml Leupeptin, Pepstatin und Aprotinin sowie 20 1 mM Phenylmethylsulfonylfluorid (alle von Sigma).

### Waschpuffer

50 mM Tris pH 7,4, 0,5 M NaCl, 5 mM DTT, 1 mM EDTA, 0,05% Triton X-100, 10% Glycerin; je 10 mg/ml Leupeptin, Pepstatin und Aprotinin sowie 1 25 mM Phenylmethylsulfonylfluorid.

### Dialysepuffer

50 mM Tris pH 7,4, 0,5 M NaCl, 5 mM DTT, 1 mM EDTA, 0,05% Triton X-100, 50% Glycerin, je 10 mg/ml Leupeptin, Pepstatin und Aprotinin sowie 1 30 mM Phenylmethylsulfonylfluorid.

### 10× Reaktionspuffer

200 mM Tris, pH 7,4, 1,0 M NaCl, 50 mM MnCl<sub>2</sub>, 10 mM DTT und 5 mg/ml Rinderserumalbumin [bovine serum albumin = BSA] (Sigma).

**Enzymverdünnungspuffer**

50 mM Tris, pH 7,4, 0,1 M NaCl, 1 mM DTT, 10% Glycerin, 100 mg/ml BSA.

**10× Substrat**

5 750 µg/ml Poly(glutaminsäure/Tyrosin; 4:1) (Sigma).

**Stopp-Lösung**

30% Trichloressigsäure, 0,2 M Natriumpyrophosphat (beide von Fisher).

**Waschlösung**

15% Trichloressigsäure, 0,2 M Natriumpyrophosphat.

**10 Filterplatten**

Millipore #MAFC NOB, GF/C 96-Well-Glasfaserplatte.

**Verfahren A – Proteinaufreinigung**

1. Die Sf21-Zellen wurden mit dem rekombinanten Virus bei einer m.o.i. (Multiplizität der Infektion) von 5 Viruspartikeln/Zelle infiziert und 48 Stunden lang bei 27°C gezüchtet.

15 2. Alle Schritte wurden bei 4°C durchgeführt. Die infizierten Zellen wurden durch Zentrifugieren bei 1000×g geerntet und 30 Minuten bei 4°C mit 1/10 Volumen Lysepuffer lysiert und anschließend 1 Stunde lang bei 100.000×g zentrifugiert. Der Überstand wurde dann über eine mit Lysepuffer äquilibrierte Glutathion-Sepharose-Säure (Pharmacia) gegeben und mit 5 Volumina des gleichen Puffers und anschließend 5 Volumina Waschpuffer gewaschen. Das rekombinante GST-KDR-Protein wurde mit Waschpuffer/10 mM reduziertem Glutathion (Sigma) eluiert und gegen Dialysepuffer dialysiert.

**25 Verfahren B – VEGF-Rezeptorkinase-Assay**

1. Assay mit 5 µl Hemmstoff oder Kontrolle in 50% DMSO versetzen.

2. Mit 35 µl Reaktionsmischung, die 5 µl 10× Reaktionspuffer, 5 µl 25 mM ATP/10 µCi[<sup>33</sup> P]ATP (Amersham) und 5 µl 10× Substrat enthält, versetzen.

30 3. Reaktion durch Zugabe von 10 µl KDR (25 nM) in Enzymverdünnungspuffer starten.

4. Mischen und 15 Minuten lang bei Raumtemperatur inkubieren.

5. Reaktion durch Zugabe von 50 µl Stopp-Lösung stoppen.
6. 15 Minuten lang bei 4°C inkubieren.
7. 90-µl-Aliquot auf Filterplatte überführen.
8. Absaugen und 3 Mal mit Waschlösung waschen.

5        9. 30 µl Szintillations-Cocktail zugeben, Platte verschließen und in einem Szintillations-Zähler Typ Wallac Microbeta zählen.

Mitogenese-Assay an menschlichen Nabelschnurvenenendothelzellen

Die Expression von VEGF-Rezeptoren, die mitogene Reaktionen auf den Wachstumsfaktor vermitteln, ist größtenteils auf Gefäßendothelzellen be-

10      schränkt. Kultivierte menschliche Nabelschnurvenenendothelzellen (HUVECs) proliferieren als Reaktion auf Behandlung mit VEGF und können als Assaysystem zur quantitativen Bestimmung der Auswirkungen von KDR-Kinasehemmern auf die Stimulation des VEGF verwendet werden. In dem beschriebenen Assay werden Einzelzellsschichten von

15      HUVECs im Ruhezustand 2 Stunden vor der Zugabe von VEGF oder „basic fibroblast growth factor“ (bFGF) mit dem Konstituens oder der Testverbindung behandelt. Die mitogene Reaktion auf VEGF oder bFGF wird durch Messung des Einbaus von [<sup>3</sup>H]Thymidin in die Zell-DNA bestimmt.

20

## Materialien

### HUVECs

Als Primärkulturisolate tiefgefrorene HUVECs werden von Clonetics Corp bezogen. Die Zellen werden im Endothel-Wachstumsmedium (Endothelial Growth Medium = EGM; Clonetics) erhalten und in der 3. – 7. Passage für die Mitogenitätsassays verwendet.

### Kulturplatten

NUNCLON 96-Well-Polystyrol-Gewebekulturplatten (NUNC #167008).

30      Assay-Medium

Nach Dulbecco modifiziertes Eagle-Medium mit 1 g/ml Glucose (DMEM mit niedrigem Glucosegehalt; Mediatech) plus 10% (v/v) fötales Rinderserum (Clonetics).

Testverbindungen

5 Mit den Arbeitsstammlösungen der Testverbindungen wird mit 100% Dimethylsulfoxid (DMSO) solange eine Reihenverdünnung durchgeführt, bis ihre Konzentrationen um das 400-fache höher als die gewünschte Endkonzentration sind. Die letzten Verdünnungen (Konzentration 1×) werden unmittelbar vor Zugabe zu den Zellen mit Assay-Medium hergestellt.

10 10× Wachstumsfaktoren

Lösungen des menschlichen VEGF 165 (500 ng/ml; R&D Systems) und bFGF (10 ng/ml; R&D Systems) werden mit Assay-Medium hergestellt.

15 10× [<sup>3</sup>H]-Thymidin

[Methyl-<sup>3</sup>H]-Thymidin (20 Ci/mmol; Dupont-NEN) wird mit DMEM-Medium mit niedrigem Glucosegehalt auf 80 µCi/ml verdünnt.

Zellwaschmedium

Hank's balanced salt solution (Mediatech) mit 1 mg/ml Rinderserumalbumin (Boehringer-Mannheim).

Zell-Lyse-Lösung

20 1 N NaOH, 2% (w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Verfahren 1

In EGM gehaltene HUVEC-Einzelzellschichten werden durch Trypsinbehandlung geerntet und in einer Dichte von 4000 Zellen pro 100 µl Assay-Medium pro Näpfchen in 96-Well-Platten überimpft. Das Wachstum der Zellen wird 24 Stunden bei 37°C in einer 5% CO<sub>2</sub> enthaltenden feuchten Atmosphäre gestoppt.

Verfahren 2

Das Wachstumsstoppmedium wird durch 100 µl Assay-Medium ersetzt, das entweder das Konstituens (0,25% [v/v] DMSO) oder die erwünschte Endkonzentration der Testverbindung enthält. Alle Bestimmungen werden in dreifacher Wiederholung durchgeführt. Die Zellen werden dann 2

Stunden bei 37°C/5% CO<sub>2</sub> inkubiert, so dass die Testverbindungen in die Zellen eindringen können.

#### Verfahren 3

Nach 2-stündiger Vorbehandlung werden die Zellen durch Zugabe von 10 µl Assay-Medium, 10× VEGF-Lösung oder 10× bFGF-Lösung pro Näpfchen stimuliert. Die Zellen werden dann bei 37°C/5% CO<sub>2</sub> inkubiert.

#### Verfahren 4

Nach 24 Stunden in Anwesenheit der Wachstumsfaktoren wird mit 10× [<sup>3</sup>H]-Thymidin (10 µl/well) versetzt.

#### Verfahren 5

Drei Tage nach dem Versetzen mit [<sup>3</sup>H]-Thymidin wird das Medium abgesaugt und die Zellen werden zweimal mit Zellwaschmedium gewaschen (400 µl/well, anschließend 200 µl/well). Die gewaschenen, adhärenten Zellen werden dann durch Zugabe von Zell-Lyse-Lösung (100 µl/well) und 30-minutiges Erwärmen auf 37°C solubilisiert. Die Zell-Lysate werden in 7-ml-Szintillationsrührchen aus Glas, die 150 µl Wasser enthalten, überführt. Man versetzt mit dem Szintillations-Cocktail (5 ml/Röhrchen), und die mit den Zellen assoziierte Radioaktivität wird flüssigkeitsszintillationsspektroskopisch bestimmt.

Gemäß diesen Assays stellen die Verbindungen der Formel I VEGF-Hemmer dar und eignen sich daher zur Hemmung der Angiogenese, wie bei der Behandlung von Augenkrankheiten, z.B. diabetischer Retinopathie, und zur Behandlung von Karzinomen, z.B. festen Tumoren. Die vorliegenden Verbindungen hemmen die VEGF-stimulierte Mitogenese

von kultivierten menschlichen Gefäßendothelzellen mit HK50-Werten von 0,01-5,0 µM. Diese Verbindungen sind im Vergleich zu verwandten Tyrosinkinasen (z.B. FGFR1 sowie Src-Familie; zur Beziehung zwischen Src-Kinasen und VEGFR-Kinasen siehe Eliceiri et al., Molecular Cell, Bd. 4, S.915-924, Dezember 1999) auch selektiv.

30

Die *TIE-2*-Tests können z.B. analog der in WO 02/44156 angegebenen Methoden durchgeführt werden.

Der Assay bestimmt die inhibierende Aktivität der zu testenden Substanzen bei der Phosphorylierung des Substrats Poly(Glu, Tyr) durch Tie-2-Kinase in Gegenwart von radioaktivem  $^{33}\text{P}$ -ATP. Das phosphorylierte Substrat bindet während der Inkubationszeit an die Oberfläche einer "flashplate"-Mikrotiterplatte. Nach Entfernen der Reaktionsmischung wird mehrmals gewaschen und anschließend die Radioaktivität an der Oberfläche der Mikrotiterplatte gemessen. Ein inhibierender Effekt der zu messenden Substanzen hat eine geringere Radioaktivität, verglichen mit einer ungestörten enzymatischen Reaktion, zur Folge.

5

Vor- und nachstehend sind alle Temperaturen in °C angegeben. In den nachfolgenden Beispielen bedeutet "übliche Aufarbeitung": Man gibt, falls erforderlich, Wasser hinzu, stellt, falls erforderlich, je nach Konstitution des Endprodukts auf pH-Werte zwischen 2 und 10 ein, extrahiert mit

15

Ethylacetat oder Dichlormethan, trennt ab, trocknet die organische Phase über Natriumsulfat, dampft ein und reinigt durch Chromatographie an Kieselgel und /oder durch Kristallisation. Rf-Werte an Kieselgel; Laufmittel: Ethylacetat/Methanol 9:1.

Massenspektrometrie (MS): EI (Elektronenstoß-Ionisation)  $\text{M}^+$

20

FAB (Fast Atom Bombardment)  $(\text{M}+\text{H})^+$

ESI (Electrospray Ionization)  $(\text{M}+\text{H})^+$

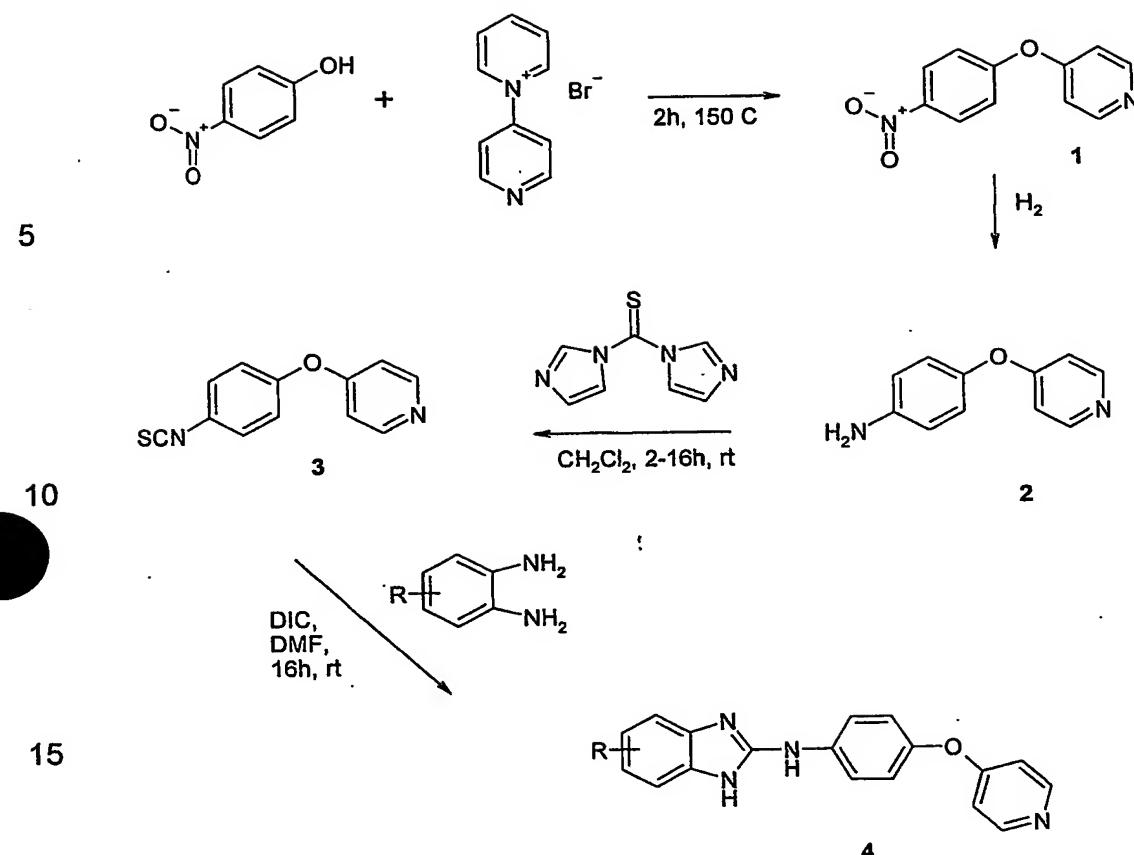
### Experimenteller Teil

25

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können vorteilhaft nach dem nachstehenden Syntheseschema oder in analoger Weise dazu erhalten werden:

30

- 75 -

**Beispiel 1:**

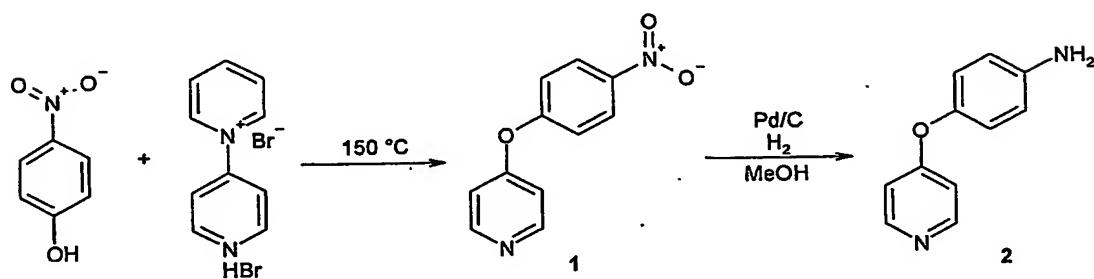
20

**Synthese von (6-Nitro-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin**

25

### 1.1 4-(4-Pyridinyloxy)-phenylamin (2)

30



a) 195 g (1.4 mol) 4-Nitrophenol und 445.2 g (1.4 mol) Bipyridin wurden gut durchmischt und langsam auf 150°C erhitzt. Nach 2 h Röhren bei 150°C wurde der Ansatz noch heiß auf 5 l Eiswasser gegossen. Es wurde mit Salzsäure angesäuert und die wässrige Phase 2x mit 3 l Methyl-tert.-Butylether gewaschen. Die wässrige Phase wurde mit konz. Natronlauge basisch gestellt (pH12) und 2x mit 3 l Methyl-tert.-Butylether extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen wurden 4x mit 1 l Wasser gewaschen, mit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> getrocknet, filtriert und eingedampft. Der Rückstand wurde in 100 ml Ether gelöst und das Produkt im Eisbad durch Zusatz von 200 ml Petrolether zur Kristallisation gebracht. Die Kristalle wurden abgesaugt und im Vakuum getrocknet.

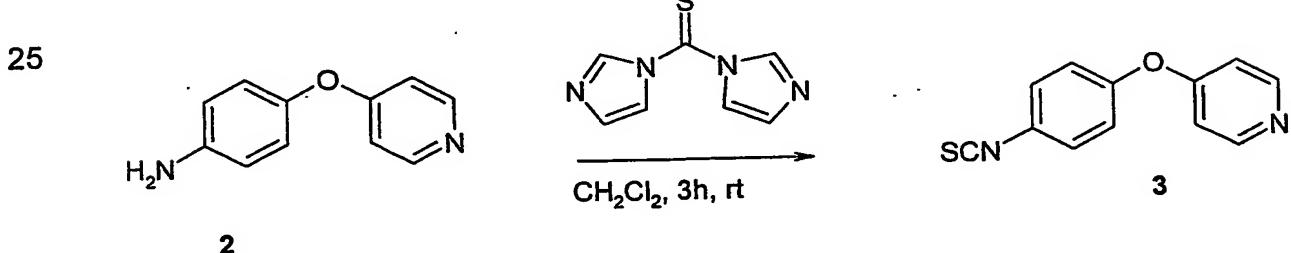
Ausbeute: 75 g (25 %) 1, braune Kristalle

b) Verbindung 1 wurde mit Pd/C in MeOH bei Raumtemperatur hydriert.

Die Reaktionslösung wurde über Kieselgur abfiltriert, mit MeOH nachgewaschen und anschließend das Filtrat eingeengt. Der Rückstand wurde mit Diethylether:Petrolether = 2:1 digeriert, abgesaugt, mit Petrolether nachgewaschen und im Vakuum bei 40 °C über Nacht getrocknet.

Ausbeute: 50.94 g (76 %) 2, braune Kristalle

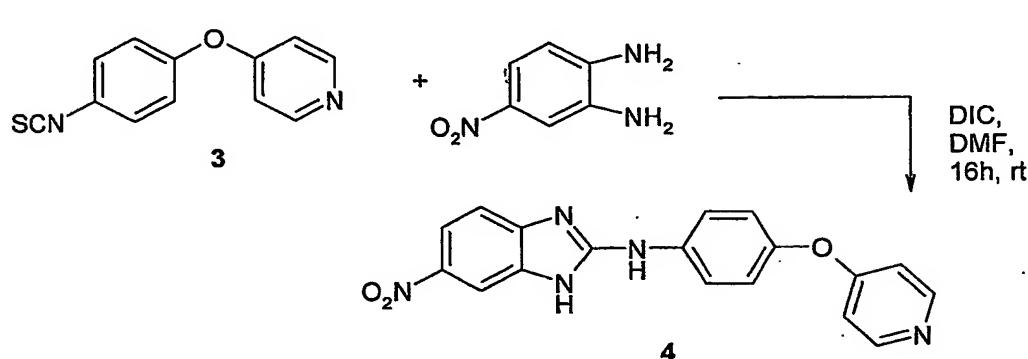
### 1.2 4-(4-Pyridinyloxy)-phenylthiocyanat (3)



30 921 mg (4,944 mmol) und 881 mg (4,944 mmol) 1,1'-Thiocarbonyl-diimidazol werden in 25 ml Dichlormethan gelöst und drei Stunden bei

Raumtemperatur gerührt. Das Lösungsmittel wird im Vakuum entfernt und der erhaltene Rückstand chromatographisch über Kieselgel60 mit Essigester/Petrolether 4:1 als Eluenten aufgereinigt. Man erhält man nach dem Entfernen des Lösungsmittels im Vakuum 915 mg gelben, kristallinen Rückstand **3**.

**1.3 (6-Nitro-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin (4)**



Zur weiteren Umsetzung werden 1006 mg 4-Nitro-1,2-Phenyldiamin und 150 mg des hergestellten Thioisocyanates **3** in 5 ml Dimethylformamid gelöst und über Nacht bei Raumtemperatur gerührt. Nach dem Entfernen des Lösungsmittels wurde der Rückstand MPLC-chromatographisch (Rp 18) gereinigt. Man erhält 126 mg Benzimidazolamin **4**.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können HPLC-chromatographisch gereinigt werden, vorzugsweise wie nachstehend beschrieben:

**Methode (a):**

Säule: Chromolith SpeedROD, 50 x 4.6 mm<sup>2</sup> der Firma Merck

Gradient: 5.5 min, t = 0, A:B = 90:10, t = 5.5 min: A:B = 0:100

Fluss: 2.75 ml/min

Laufmittel: A: Wasser + 0,1% Trifluoressigsäure (TFA)

B: Acetonitril + 0, 08 % TFA

Wellenlänge: 220 nm

**Methode (b):**

5

Säule: Chromolith SpeedROD, 50 x 4.6 mm<sup>2</sup> der Firma Merck

Gradient: 5.0 min, t = 0, A:B = 95:5, t = 4.4 min: A:B = 25:75, t = 4.5 min

bis t = 5.0 min: A:B = 0:100

Fluss: 2.75 ml/min

10

Laufmittel: A: Wasser + 0,1% Trifluoressigsäure (TFA)

B: Acetonitril + 0, 08 % TFA

Wellenlänge: 220 nm

15

Die nach diesen Methoden erhaltenen Retensionszeiten (R<sub>t</sub>) sind  
nachstehend bei den Verbindungen angegeben und durch einen  
hochgestellten Buchstaben (a oder b) entsprechend indiziert.

Zur Aufreinigung kann alternativ eine präparative HPLC mit den folgenden  
Bedingungen verwendet werden:

20

Säule: RP 18 (7 µm) Lichrosorb 250x25

Fließmittel: A: 98 H<sub>2</sub>O, 2 CH<sub>3</sub>CN, 0,1%TFA

B: 10 H<sub>2</sub>O, 90 CH<sub>3</sub>CN, 0,1%TFA

UV: 225nm; Fluß: 10ml/min.

25

Analog erhält man nachstehende Verbindungen durch Umsetzung des  
aromatischen Diamins mit dem entsprechenden Thioisocyanat:

(1) (5-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-  
phenyl]-amin (MW = 404.77; R<sub>t</sub> = 1.87<sup>a</sup>)

30

(2) [4-(Pyridin-4-yloxy)-phenyl]-[6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-  
amin (MW = 370.33; R<sub>t</sub> = 1.39<sup>a</sup>)

- (3) (6-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 316.36; Rt = 0.67<sup>a</sup>)
- (4) (5-Chlor-4-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 350.81; Rt = 1.30<sup>a</sup>)
- 5 (5) (4-Brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 449.23; Rt = 2.06<sup>a</sup>)
- (6) (4-Brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 449.23; Rt = 2.35<sup>a</sup>)
- 10 (7) (5,6-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 330.39; Rt = 1.13<sup>a</sup>)
- (8) (5-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 404.78; Rt = 2.08<sup>a</sup>)
- (9) (5,6-Dichlor-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 371.23; Rt = 1.51<sup>a</sup>)
- 15 (10) (5,6-Dichlor-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 371.23; Rt = 1.77<sup>a</sup>)
- (11) (5-Chlor-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 336.78; Rt = 0.81<sup>a</sup>)
- 20 (12) (5-Chlor-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 336.78 Rt = 1.39<sup>a</sup>)
- (13) (4-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 316.36; Rt = 1.33<sup>a</sup>)
- (14) (4-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 404.78; Rt = 2.01<sup>a</sup>)
- 25 (15) (4-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 404.78; Rt = 2.25<sup>a</sup>)
- (16) (4,5-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 330.39; Rt = 1.21<sup>a</sup>)
- 30 (17) (5-Chlor-6-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 350.81; Rt = 1.29<sup>a</sup>)
- (18) (5-Chlor-6-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin  
(MW = 350.81; Rt = 1.61<sup>a</sup>)

(19) (4,6-Bis-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 438.33; Rt = 2.24<sup>a</sup>)

(20) (4,6-Bis-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 438.33; Rt = 2.54<sup>a</sup>)

5 (21) [4-(Pyridin-3-yloxy)-phenyl]-[6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin (MW = 370.33; Rt = 1.71<sup>a</sup>)

(22) (6-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 316.36; Rt = 1.42<sup>a</sup>)

10 (23) (4,5-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 330.39; Rt = 1.55<sup>a</sup>)

(24) (5-Chlor-4-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 350.81; Rt = 1.69<sup>a</sup>)

(25) (4-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 316.36; Rt = 0.75<sup>a</sup>)

15 (26) (5,6-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 330.39; Rt = 1.91<sup>a</sup>)

(27) (4-Brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(2,6-dimethyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 478.27; Rt = 3.09<sup>b</sup>)

20 (28) 4-[4-(Brom-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-ylamino)-phenoxy]-pyridin-2-carbonsäure methylamid (MW = 506.28; Rt = 3.52<sup>b</sup>)

(29) 2-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonitril (MW = 327.35; Rt = 1.97<sup>b</sup>)

25 (30) [4-(2-Amino-6-methyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin (MW = 479.26; Rt = 3.01<sup>b</sup>)

(31) (4-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(2,6-dimethyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 433.82; Rt = 3.01<sup>b</sup>)

(32) [4-(2-Amino-6-methyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin (MW = 434.81; Rt = 3.01<sup>b</sup>)

30 (33) (6-Nitro-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin (MW = 347.33; Rt = 2.08<sup>b</sup>)

(34) 2-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonsäure methyl ester (MW = 360.37; Rt = 2.16<sup>b</sup>)

(35) 2-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonsäure  
(MW = 346.35; Rt = 1.89<sup>b</sup>)

(36) 7-Methansulfonyl-2-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-  
benzimidazol-5-carbonsäure methyl ester (MW = 438.46; Rt = 2.40)

5 (37) (4-Fluor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-  
phenyl]amin (MW = 388.32; Rt = 2.83<sup>b</sup>)

(38) [4-(2,6-Dimethyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-fluor-6-trifluormethyl-  
1H-benzimidazol-2-yl]-amin (MW = 417.37; Rt = 2.88<sup>b</sup>)

10 (39) [4-(2-Amino-6-methyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-fluor-6-  
trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin (MW = 418.35; Rt = 2.85<sup>b</sup>)

(40) 4-{4-[6-(1-Thiophen-2-yl-methanoyl)-1H-benzimidazol-2-ylamino]-  
phenoxy}-pyridin-2-carbonsäure methylamid (MW = 469.52; Rt =  
2.93<sup>b</sup>)

15 (41) N<sup>2</sup>-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenyl]-3H-benzimidazol-2,5-diamin (MW =  
317.35; Rt = 1.55<sup>b</sup>)

20

25

30

## **Pharmakologische Testergebnisse**

| 5 | Nr.  | Inhibierung von TIE-2    |
|---|------|--------------------------|
|   |      | IC <sub>50</sub> (mol/l) |
|   | (3)  | 40E-07                   |
|   | (5)  | 5E-07                    |
|   | (14) | 9E-07                    |

Die nachfolgenden Beispiele betreffen pharmazeutische Zubereitungen:

10

### **Beispiel A: Injektionsgläser**

Eine Lösung von 100 g eines erfindungsgemäßen Wirkstoffes und 5 g Dinatriumhydrogenphosphat wird in 3 l zweifach destilliertem Wasser mit 2 n Salzsäure auf pH 6,5 eingestellt, steril filtriert, in Injektionsgläser abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jedes Injektionsglas enthält 5 mg Wirkstoff.

15

### **Beispiel B: Suppositorien**

Man schmilzt ein Gemisch von 20 g eines erfindungsgemäßen Wirkstoffes mit 100 g Sojalecithin und 1400 g Kakaobutter, gießt in Formen und lässt erkalten. Jedes Suppositorium enthält 20 mg Wirkstoff.

20

### **Beispiel C: Lösung**

Man bereitet eine Lösung aus 1 g eines erfindungsgemäßen Wirkstoffes, 9,38 g NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O, 28,48 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · 12 H<sub>2</sub>O und 0,1 g Benzalkoniumchlorid in 940 ml zweifach destilliertem Wasser. Man stellt auf pH 6,8 ein, füllt auf 1 l auf und sterilisiert durch Bestrahlung. Diese Lösung kann in Form von Augentropfen verwendet werden.

25

30

### **Beispiel D: Salbe**

Man mischt 500 mg eines erfindungsgemäßen Wirkstoffes mit 99,5 g Vaseline unter aseptischen Bedingungen.

**Beispiel E: Tabletten**

5 Ein Gemisch von 1 kg Wirkstoff, 4 kg Lactose, 1,2 kg Kartoffelstärke, 0,2 kg Talk und 0,1 kg Magnesiumstearat wird in üblicher Weise zu Tabletten verpreßt, derart, daß jede Tablette 10 mg Wirkstoff enthält.

**Beispiel F: Dragees**

10 Analog Beispiel E werden Tabletten gepreßt, die anschließend in üblicher Weise mit einem Überzug aus Saccharose, Kartoffelstärke, Talk, Tragant und Farbstoff überzogen werden.

**Beispiel G: Kapseln**

15 2 kg Wirkstoff werden in üblicher Weise in Hartgelatinekapseln gefüllt, so daß jede Kapsel 20 mg des Wirkstoffs enthält.

**Beispiel H: Ampullen**

20 Eine Lösung von 1 kg eines erfindungsgemäßen Wirkstoffes in 60 l zweifach destilliertem Wasser wird steril filtriert, in Ampullen abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jede Ampulle enthält 10 mg Wirkstoff.

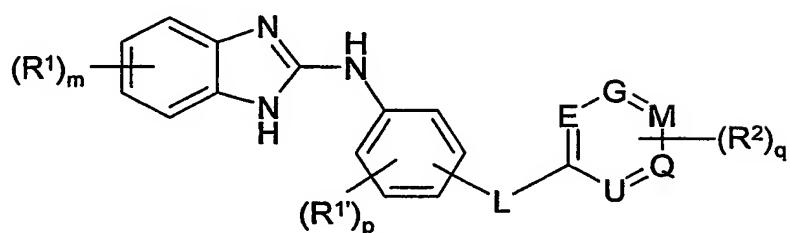
25

30

### Patentansprüche

#### 1. Verbindungen der Formel I

5



10

worin

R<sup>1</sup>, R<sup>1'</sup> jeweils unabhängig voneinander für Hal, A, OH, OA, SA, SO<sub>2</sub>H, SO<sub>2</sub>A, SO<sub>3</sub>H, SO<sub>3</sub>A, CN, NO<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, NHA, NAA', NHCOA, CHO, C(=O)A, COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONHA oder CONAA' stehen,

15

L: CH<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>, O, S, SO, SO<sub>2</sub>, NH, NA, C=O oder CHOH bedeutet,

20

R<sup>2</sup>: unabhängig ausgewählt ist unter den für R<sup>1</sup> und R<sup>1'</sup> angegebenen Bedeutungen und bevorzugt unabhängig ausgewählt ist unter Hal, A, OH, OA, CN, COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONHA oder CONAA',

E, G, M,

Q und U jeweils unabhängig voneinander für ein C-Atom oder ein N-Atom stehen,

25

A, A': unabhängig voneinander ausgewählt sind unter unsubstituiertem oder substituiertem Alkyl mit 1-10 C-Atomen, unsubstituiertem oder substituiertem Cycloalkyl mit 3-10 C-Atomen, unsubstituiertem oder substituiertem Alkoxyalkyl mit 2-12 C-Atomen, unsubstituiertem oder substituiertem Aryl mit 6-14 C-Atomen, unsubstituiertem oder substituiertem Arylalkyl mit 7-15 C-Atomen, unsubstituiertem oder substituiertem, gesättigtem, ungesättigtem oder

30

aromatischem Heterocycl mit 2-7 C-Atomen und 1-3  
Heteroatomen, ausgewählt unter N, O und S, oder  
unsubstituiertem oder substituiertem, gesättigtem,  
ungesättigtem oder aromatischem Heterocyclalkyl mit 3-10  
5 C-Atomen und 1-3 Heteroatomen, ausgewählt unter N, O und  
S,

Hal F, Cl, Br oder I,  
m, p, q jeweils unabhängig voneinander 0, 1, 2, 3 oder 4, und  
n 1, 2 oder 3,

10 bedeuten,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und  
Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen  
Verhältnissen.

15 2. Verbindungen nach Anspruch 1, worin worin die Reste  
 $R^1$  unabhängig voneinander ausgewählt sind unter A, Hal, CN,  
COOH, COOA, SO<sub>2</sub>A, C(=O)A, NH<sub>2</sub>, NHA und NO<sub>2</sub>, und  
m 1, 2 oder 3

bedeutet,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und  
Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen  
Verhältnissen.

20 3. Verbindungen nach Anspruch 1, worin die Reste  
 $R^1$  unabhängig voneinander ausgewählt sind unter Methyl, Ethyl,  
CF<sub>3</sub>, OCF<sub>3</sub>, F, Cl, Br, CN, COOH, COOCH<sub>3</sub>, COOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>,  
SO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, NH<sub>2</sub>, NHCH<sub>3</sub>, NHCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, Thiophen-2-yl-  
carbonyl, und  
m 1, 2 oder 3  
30 bedeutet,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

5        4. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-3, worin  
R<sup>1</sup>      Hal oder A,  
p        0 oder 1  
bedeutet,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und  
10      Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen  
Verhältnissen.

15      5. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-4, worin  
L        O, S oder CH<sub>2</sub>,  
bedeutet,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und  
20      Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen  
Verhältnissen.

25      6. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-5, worin  
R<sup>2</sup>      A, COOA, CONA oder CONH<sub>2</sub>, und  
q        0, 1 oder 2  
bedeutet,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und  
30      Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen  
Verhältnissen.

7. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-6, worin  
R<sup>1</sup>      unabhängig voneinander Hal, Alkyl, CN, COOH, COOAlkyl,  
SO<sub>2</sub>Alkyl, NH<sub>2</sub>, NHAlkyl, C(=O)Alkyl, C(=O)Heterocylyl oder  
NO<sub>2</sub>,  
m        1, 2 oder 3, bevorzugt 1 oder 2,

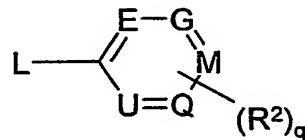
R<sup>1</sup> Hal oder A, bevorzugt Hal oder Alkyl,  
 p 0 oder 1,  
 L O, S oder CH<sub>2</sub>, bevorzugt O oder CH<sub>2</sub>,  
 R<sup>2</sup> A, COOAlkyl, CONHAlkyl oder CONH<sub>2</sub>, und  
 5 q 0, 1 oder 2

bedeuten,  
 sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und  
 Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen  
 Verhältnissen.

10

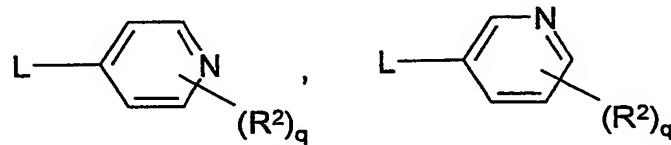
8. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-7, worin  
 die Gruppe

15

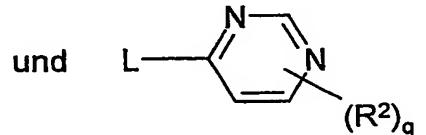


in Formel I ausgewählt ist unter

20



25



30

worin L, R<sup>2</sup> und q die in einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7  
 angegeben Bedeutungen haben,  
 sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und  
 Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen  
 Verhältnissen.

9. Verbindungen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, ausgewählt aus der Gruppe

5           (5-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

10          [4-(Pyridin-4-yloxy)-phenyl]-[6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin;

15          (6-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

20          (5-Chlor-4-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

25          (4-Brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

30          (4-Brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

             (5,6-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

             (5-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

             (5,6-Dichlor-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

             (5,6-Dichlor-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

             (5-Chlor-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

             (5-Chlor-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

             (4-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

             (4-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

             (4-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

             (4,5-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

             (5-Chlor-6-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

             (5-Chlor-6-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

(4,6-Bis-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

(4,6-Bis-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

5 [4-(Pyridin-3-yloxy)-phenyl]-[6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin;

(6-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

(4,5-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

10 (5-Chlor-4-methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

(4-Methyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

(5,6-Dimethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-3-yloxy)-phenyl]-amin;

(4-Brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(2,6-dimethyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

15 4-[4-(Brom-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-ylamino)-phenoxy]-pyridin-2-carbonsäure methylamid;

2-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonitril;

[4-(2-Amino-6-methyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-brom-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin;

20 (4-Chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(2,6-dimethyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

[4-(2-Amino-6-methyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-[4-chlor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl]-amin;

(6-Nitro-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

25 2-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonsäure methyl ester;

2-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonsäure;

7-Methanesulfonyl-2-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenylamino]-3H-benzimidazol-5-carbonsäure methyl ester;

30 (4-Fluor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-[4-(pyridin-4-yloxy)-phenyl]-amin;

[4-(2,6-Dimethyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-(4-fluor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-amin;

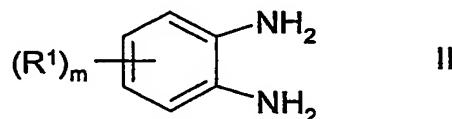
[4-(2-Amino-6-methyl-pyrimidin-4-yloxy)-phenyl]-(4-fluor-6-trifluormethyl-1H-benzimidazol-2-yl)-amin;

5       4-{4-[6-(1-Thiophen-2-yl-methanoyl)-1H-benzimidazol-2-ylamino]-phenoxy}-pyridin-2-carbonsäure methylamid;  
       N<sup>2</sup>-[4-(Pyridin-4-yloxy)-phenyl]-3H-benzimidazol-2,5-diamin;  
       sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und  
       Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen  
       Verhältnissen.

10

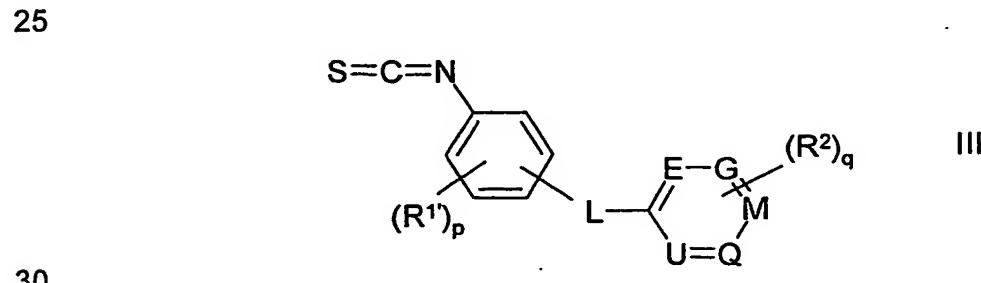
10. Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I nach den Ansprüchen 1-9 sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, dadurch gekennzeichnet, daß man

15       eine Verbindung der Formel II



worin R<sup>1</sup> und m die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

mit einer Verbindung der Formel III



worin R<sup>1</sup>, L, E, G, M, Q, U, R<sup>2</sup> und q die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

umsetzt,

5

gegebenenfalls die Verbindung der Formel I isoliert und/oder eine Base oder Säure der Formel I in eines ihrer Salze umwandelt.

11. Arzneimittel, enthaltend mindestens eine Verbindung nach Anspruch 1 und/oder ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, sowie gegebenenfalls Träger- und/oder Hilfsstoffe.

10

12. Verwendung von Verbindungen nach Anspruch 1, sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, bei denen die Hemmung, Regulierung und/oder Modulation der Signaltransduktion von Kinasen eine Rolle spielt.

15

13. Verwendung nach Anspruch 12, wobei die Kinasen ausgewählt sind aus der Gruppe der Tyrosinkinasen und Raf-Kinasen.

20

14. Verwendung nach Anspruch 13, wobei es sich bei den Tyrosinkinasen um TIE-2 handelt.

25

15. Verwendung nach Anspruch 12 von Verbindungen gemäß Anspruch 1, sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen,

30

zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Inhibierung der Tyrosinkinasen durch die Verbindungen nach Anspruch 1 beeinflußt werden.

- 5        16. Verwendung nach Anspruch 15, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Inhibierung von TIE-2 durch die Verbindungen nach Anspruch 1 beeinflußt werden.
- 10      17. Verwendung nach Anspruch 15 oder 16, wobei die zu behandelnde Krankheit ein fester Tumor ist.
- 15      18. Verwendung nach Anspruch 17, wobei der feste Tumor aus der Gruppe Gehirntumor, Tumor des Urogenitaltrakts, Tumor des lymphatischen Systems, Magentumor, Kehlkopftumor und Lungentumor stammt.
- 20      19. Verwendung nach Anspruch 17, wobei der feste Tumor aus der Gruppe Monozytenleukämie, Lungenadenokarzinom, kleinzellige Lungenkarzinome, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Glioblastome und Brustkarzinom stammt.
- 25      20. Verwendung nach Anspruch 15 oder 16 zur Behandlung einer Krankheit, an der Angiogenese beteiligt ist.
- 30      21. Verwendung nach Anspruch 20, wobei es sich bei der Krankheit um eine Augenkrankheit handelt.
22. Verwendung nach Anspruch 15 oder 16 zur Behandlung von Retina-Vaskularisierung, diabetischer Retinopathie, altersbedingter Makula-Degeneration und/oder Entzündungskrankheiten.

23. Verwendung nach Anspruch 22, wobei die Entzündungskrankheit aus der Gruppe rheumatoide Arthritis, Schuppenflechte, Kontaktdermatitis und Spät-Typ der Überempfindlichkeitsreaktion stammt.
- 5 24. Verwendung nach Anspruch 15 oder 16 zur Behandlung von Knochen-Pathologien, wobei die Knochenpathologie aus der Gruppe Osteosarkom, Osteoarthritis und Rachitis stammt.
- 10 25. Arzneimittel enthaltend mindestens eine Verbindung gemäß Anspruch 1 und/oder ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, und mindestens einen weiteren Arzneimittelwirkstoff.
- 15 26. Set (Kit), bestehend aus getrennten Packungen von
  - (a) einer wirksamen Menge an einer Verbindung gemäß Anspruch 1 und/oder ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen,  
und
  - (b) einer wirksamen Menge eines weiteren Arzneimittelwirkstoffs.
- 20 27. Verwendung von Verbindungen gemäß Anspruch 1 und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von festen Tumoren, wobei eine therapeutisch wirksame Menge einer Verbindung nach Anspruch 1 in Kombination mit einer Verbindung aus der Gruppe 1) Östrogenrezeptormodulator, 2) Androgenrezeptormodulator, 3) Retinoidrezeptormodulator, 4) Zytotoxikum, 5) antiproliferatives Mittel, 6) Prenyl-Proteintransferasehemmer, 7) HMG-CoA-Reduktase-Hemmer, 8) HIV-Protease-Hemmer, 9) Reverse-Transkriptase-Hemmer sowie 10) weiterer Angiogenese-Hemmer verabreicht wird.
- 25
- 30

28. Verwendung von Verbindungen nach Anspruch 1 und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von festen Tumoren wobei eine therapeutisch wirksame Menge einer Verbindung nach Anspruch 1 in Kombination mit Radiotherapie und einer Verbindung aus der Gruppe 5  
1) Östrogenrezeptormodulator, 2) Androgenrezeptormodulator, 3) Retinoidrezeptormodulator, 4) Zytotoxikum, 5) antiproliferatives Mittel, 6) Prenyl-Proteintransferasehemmer, 7) HMG-CoA-Reduktase-Hemmer, 10  
8) HIV-Protease-Hemmer, 9) Reverse-Transkriptase-Hemmer sowie 10) weiterer Angiogenese-Hemmer verabreicht wird.

29. Verwendung nach Anspruch 12, 13 oder 14, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die auf einer gestörten TIE-2-Aktivität beruhen, 15  
wobei eine therapeutisch wirksame Menge einer Verbindung nach Anspruch 1 in Kombination mit einem Wachstumsfaktorrezeptor-Hemmer verabreicht wird.

30. Verwendung nach Anspruch 12 oder 13 von Verbindungen gemäß Anspruch 1, sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, 20  
zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, 25  
die durch Raf-Kinasen verursacht, vermittelt und/oder propagiert werden.

31. Verwendung nach Anspruch 30, wobei die Raf-Kinase aus der Gruppe bestehend aus A-Raf, B-Raf und Raf-1 ausgewählt wird.

32. Verwendung nach Anspruch 30, wobei die Erkrankungen ausgewählt sind aus der Gruppe der hyperproliferativen und nicht hyperproliferativen Erkrankungen.

5 33. Verwendung nach Anspruch 30 oder 32, wobei die Erkrankung Krebs ist.

34. Verwendung nach Anspruch 30 oder 32, wobei die Erkrankung nicht krebsartig ist.

10 35. Verwendung nach Anspruch 30, 32 oder 34, wobei die nicht krebsartigen Erkrankungen ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Psoriasis, Arthritis, Entzündungen, Endometriose, Vernarbung, gutartiger Prostatahyperplasie, immunologischer 15 Krankheiten, Autoimmunkrankheiten und Immunschwäche- krankheiten.

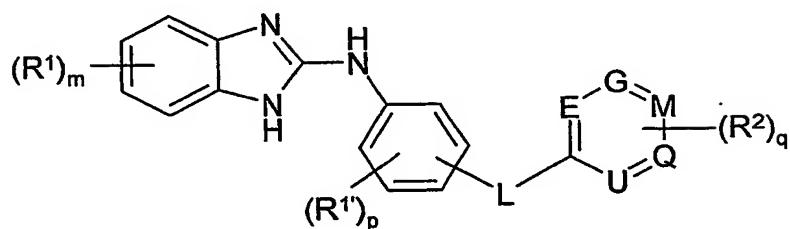
20 36. Verwendung nach einem der Ansprüche 30, 32 oder 33, wobei die Erkrankungen ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Hirnkrebs, Lungenkrebs, Plattenepithelkrebs, Blasenkrebs, Magenkrebs, Pankreaskrebs, Leberkrebs, Nierenkrebs, Kolo- rektalkrebs, Brustkrebs, Kopfkrebs, Halskrebs, Ösophaguskrebs, gynäkologischem Krebs, Schilddrüsenkrebs, Lymphom, chronischer 25 Leukämie und akuter Leukämie.

25

30

**Zusammenfassung****Neue Verbindungen der Formel I**

5



10

worin R<sup>1</sup>, R<sup>1'</sup>, L, E, G, M, Q, U, R<sup>2</sup>, m, p und q die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,  
sind Inhibitoren der Tyrosinkinasen, insbesondere TIE-2, und der Raf-Kinasen und können zur Behandlung von Tumoren eingesetzt werden.

15

20

25

30

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**